

Drahtseilbahn Lausanne-Ouchy

mit

Bericht über die Reconstructions - Arbeiten des Tunnels „Sous du Montbenon“.

Von

Ferdinand Reiter,

Ingenieur der Pilsen - Priesen- (K) Bahn.

(Mit Zeichnungen auf Blatt Nr. 1.)

I. Theil.

Die Drahtseilbahn Lausanne-Ouchy.

Vorbemerkungen.

Gelegentlich der von mir kürzlich ausgeführten Reconstruction des Montbenon-Tunnels, im Zuge der Drahtseilbahn „Lausanne-Ouchy“, konnte ich diese viel Interessantes bietende Bahnanlage studiren; im Nachstehenden will ich eine kleine Beschreibung derselben liefern.

Lausanne, die erste Stadt im Canton Waadt mit circa 35.000 Einwohnern, 500^m über dem Meeresspiegel gelegen, ist auf drei Hügeln erbaut, welche durch zwei ziemlich tiefe Thäler von einander getrennt sind.

Auf dem mittleren und zugleich höchsten liegt die alte Stadt, zu deren beiden Seiten auf den etwas tiefer gelegenen Hügeln sich der neue Stadttheil ausbreitet.

In Folge der prachtvollen und gesunden Lage dieser Stadt an den reizenden Ufern des Genfer See's, erfreut sich dieselbe eines sehr bedeutenden Fremdenbesuches; es war schon lange ein wohlberechtigter Wunsch der Gemeinde-Mitglieder, ihre Stadt mit dem um 125^m tiefer gelegenen Genfer See durch ein bequemes modernes Communicationsmittel verbunden zu sehen.

Einem der angesehensten Bürger von Lausanne, dem Herrn J. J. Mercier, gelang es, zu diesem Zwecke eine Actien-Gesellschaft zu bilden, um eine pneumatische Bahn vom Genfer See bis Lausanne zu erbauen.

Sowohl von den Einwohnern Lausanne's, sowie vom Canton selbst, wurde dieses für die Stadt so wichtige Unternehmen auf das eifrigste unterstützt und insbesondere durch Ankauf von Actien gefördert.

Aus vielen mir nicht genügend bekannten Ursachen (wobei aber jedenfalls Grundeinlösung, Anlage des Bahnhofes, Betriebsschwierigkeiten etc. massgebend waren) ging man jedoch bald von der Herstellung einer pneumatischen Bahn ab; man entschloss sich eine Drahtseilbahn zu bauen, welche mittelst Wasserkraft betrieben werden sollte.

Dieses Project wurde auch wirklich ausgeführt. Die Drahtseilbahn sollte also den knapp am See unterhalb Lausanne liegenden Ort Ouchy (Blatt 1, Fig. 1 und 2) direct mit der Stadt Lausanne verbinden, ausserdem aber die Verbindung dieser Orte mit dem Bahnhof der schweizerischen Westbahn herstellen.

Diese in einer geraden Linie angelegte, 1500^m lange Drahtseilbahn hat eine Steigung 5—11½ % und ist eine Höhendifferenz von 105·5^m zu bewältigen, da der am Fusse der Stadt angelegte Bahnhof Flon um eben so viele Meter über dem Ausgangspunkte am See liegt.

Nicht blos die Concentrirung sehr vieler und schwieriger Kunstbauten, sondern vorzüglich auch die für Bahnzwecke erste Anwendung von Wasserkraft machen diese Bahn zu einem interessanten Bau.

Anlage der Drahtseilbahn.

Um an der ziemlich steilen Lehne in unmittelbarer Nähe der Stadt Platz für einen Bahnhof zu gewinnen, musste eines der anfangs erwähnten Thäler ausgefüllt werden, und war zu diesem Zwecke vorerst die Verlängerung des schon früher für die Zusammenführung der dort abfliessenden Bäche bestandenen, durch die Stadt geleiteten, gemauerten Canals von 3^m Lichtweite, in einer Ausdehnung von 200^m herzustellen.

Theilweise durch das bei dem Baue gewonnene, theilweise durch Ablagerung des in der Stadt vorhandenen Materials, erreicht dieses Planum heute eine Grösse von circa 9000^m, wovon 8000 zu Bahnhofzwecken, 1000 zu Anlagen von Strassen etc. dienen. Diese Anschüttung soll jedoch nach dem Project und unter Zuhilfenahme bereits eingelöster Gründe und Häuser noch um 300^m verlängert werden. Bis jetzt mag die Anschüttung bereits 90.000^{kbm} betragen und dürfte bis zur Vollendung sicher den ansehnlichen Werth von 300.000^{kbm} annehmen; die Erreichung dieses Zieles dürfte aber wohl noch in weiter Ferne stehen.

Auf diesem Plateau liegen zehn parallel laufende Geleise, deren Verbindung mittelst einer nicht versenkten Schiebebühne (Chariou) hergestellt ist, welche durch eine mit derselben fest verbundene Dampfmaschine in Bewegung gesetzt wird. Dieselbe ist zugleich so construirt, dass mit ihr die Waggonen auf die Schiebebühne gezogen werden können, so dass zur ganzen Manipulation nur ein Arbeiter und der Maschinenführer benöthigt wird. Diese Dampfmaschine ist zwar noch nicht in Betrieb, soll aber nächstens in Verwendung kommen.

Ausserdem ist am Platze eine grosse Waage (Fig. 3), eine Drehscheibe und ein Krahn aufgestellt. Im grossen, eben erbauten Waarenmagazine ist ein hydraulischer Aufzug angebracht, um Güter in die erste Etage zu befördern, da diese als Lagerplatz dienen soll. Endlich sind mehrere Plätze an Private zur Aufstellung von Magazinen gut vermietet. Später soll auch das Hauptzollamt hier erbaut werden. Alle Gebäulichkeiten sind aus Riegelwänden hergestellt, da ein massiver Bau wegen noch vorkommender Setzungen der Anschüttung nicht gut durchführbar ist.

Die Bahn besteht eigentlich aus zwei Bahnen mit drei Geleisen, und zwar:

1. aus der Hauptbahn Lausanne - Ouchy mit zwei Geleisen;
2. aus der Nebenbahn Lausanne-St. Luce mit einem Geleise.

1. Lausanne - Ouchy.

Unmittelbar am Stationsgebäude beginnt der 250^m lange, 9^m weite Tunnel sous du Montbenon mit einer Steigung von 11½ % (Fig. 1).

Am Ausgang dieses Tunnels liegt die Station St. Luce, welche gerade vis-à-vis vom grossen Bahnhofe erbaut wurde. 30^m geht dann die Bahn zwischen Futtermauern, um

sofort wieder unter einer Brücke und dem darauf folgenden Tunnel sous de la Gare zu verschwinden.

Dieser 100^m lange Tunnel mit einer Lichtweite von 5.5^m ist im Uebergangsgefälle von 5—11½ %. Er geht unterhalb des Vorplatzes des Bahnhofes, sowie unter dem Aufnahmsgebäude und unter dem Bahnhofe selbst.

Mit Ausnahme von nur 200^m zieht sich diese Bahn durchaus zwischen 4—5^m hohen Mauern und Einschnitten durch. Auf 900^m Länge, d. i. bis zur Station Jordil, hat selbe ein Gefälle von 5%, und von dort erreicht sie wieder 7%. Ausser den zwei Tunnels mussten bedeutende Ueberfahrtsbrücken angelegt werden, da sich die Bahn durch Weinberge und Villen hinzieht, die mit vielen Strassen verbunden sind, welche durch die Bahn abgeschnitten wurden. Diese waren auch Ursache, dass die Nivellette so tief gelegt werden musste, da eine Niveaure Kreuzung bei so starkem Verkehr unstatthaft gewesen wäre.

Die Geleiseanlage auf dieser Hauptbahn ist verschieden. (Fig. 3, 4, 5, 6, 7, 8.)

Vom Bahnhofe Flon bis zur Mitte der ganzen Bahn (Kreuzungsstelle) führen drei Schienen *a*, *b*, *c*, von welchen die mittlere für beide Züge benützbar ist.

An der Kreuzungsstelle ist die 140^m lange Ausweiche, von welcher gegen Ouchy vier Schienen für die zwei Geleise gelegt sind, aber je zwei so nahe, dass der Unterbau beinahe nur eingleisig gemacht werden konnte.

Von der Kreuzung gegen Bahnhof Flon konnte diese Anlage nicht gemacht werden, weil das Drahtseil das Geleise gekreuzt hätte. Die Entfernung der Schienen beträgt von Mitte zu Mitte 1.50^m.

In gleicher Entfernung wie St. Luce von Flon liegt die Station Jordil von Ouchy entfernt; diese, ohne besondere Frequenz, wurde wohl nur deshalb angelegt, weil der eine Zug ohnedies hier halten muss, wenn der correspondirende in St. Luce hält.

In der Station Ouchy ist ein Parallelgeleise, welches, ähnlich wie im Bahnhofe Flon, mittelst einer Schiebebühne mit den Hauptgeleisen verbunden werden kann, um Stein- und Schotterladungen auf dasselbe bringen zu können. Dieses parallele Geleise ist bis zum Hafen verlängert worden, um Steine und Schotter direct von den Barken mittelst Schubkarren in die Wagen laden zu können.

Um das Schleifen des Drahtseiles am Boden zu verhindern, sind alle 15^m Rollen mit horizontaler Achse und einem Durchmesser von 30^{cm} angebracht (Fig. 9); bei der Ausweiche, wo Radien von 400^m eingelegt wurden, sind senkrecht stehende Rollen (Fig. 10), welche das Seil in der Mitte der Bahn erhalten, damit selbes auf die horizontalen Rollen zu laufen kommt.

Diese Rollen aus Gusseisen unterliegen einer unglaublich starken Abnutzung und mussten bisher häufig ausgewechselt werden.

Es wurden Versuche gemacht, die horizontalen Rollen mit Kautschukringen *a* und bei den senkrechten Rollen jene Stelle, wo das Drahtseil die Rolle berührt mit Glockenmetall *g* auszulegen. Beides bewährte sich bisher vollkommen.

Bei den horizontalen Rollen wurden, um ein leichtes Auswechseln der Kautschukringe zu ermöglichen, dieselben

aus zwei Theilen *s* und *s'* hergestellt, und zwar so, dass der Theil *s'* durch vier Schrauben an die mit *s* in einem Stück gegossenen Speichen *p* angeschraubt und losgemacht werden kann. Hierdurch kann der Kautschukring einfach auf *s* aufgeschoben und durch Anschrauben von *s'* vollkommen befestigt werden.

Betrieb. — Auf dieser Hauptbahn verkehren im Winter 36, im Sommer 44 regelmässige Doppelzüge; denn wenn ein Zug von Flon abgeht, muss gleichzeitig jener von Ouchy abfahren, weil selbe von einem Drahtseil gezogen werden.

Gewöhnlich sind im Zuge 3 Personenwagen, und, wenn Fracht vorhanden ist, ein Steinlovry zur Bergfahrt; zur Thalfahrt werden ebenfalls 3 Personenwagen und je nach Bedarf 2 bis 3 leere, im Bahnhofe Flon angehängte Lovry verwendet. Nur selten werden 4 Personenwagen benützt, wobei aber dann kein Steintransport vorgenommen wird.

Die circa 7 Tonnen schweren Personenwagen haben je 48 Sitzplätze, die 4 Tonnen schweren Lovry eine Tragkraft von 7½ Tonnen. Der letzte Wagen (Schiebewaggon), an welchem das Drahtseil befestigt wird, ist zur Hälfte für Personen-, zur Hälfte für Gepäcktransport eingerichtet.

Es sind schon bis 8000 Personen per Tag befördert worden, und können, wenn nur 3 Personenwagen in Verwendung stehen, 30 Waggons Steine = 150^{ktm} per Tag von Ouchy nach Lausanne geführt werden, ohne den normalen Personenverkehr nur im Mindesten zu stören.

Die Fahrpreise II. Classe (für die I. Classe doppelt) sind:
Lausanne-St. Luce und Jordil 10 Cts.
Lausanne-Ouchy 25 Cts.

Um für den Fall eines Seilbruches den Zug zum Stehen zu bringen, sind an jedem Wagen Doppelbremsen angebracht, ausserdem an dem letzten eine Vorrichtung, mittelst welcher durch einen Handgriff unter alle vier Räder je eine Radschuh zu liegen kommt, der auf den Schienen aufliegt. Hierdurch kann selbst der Zug in dem Gefälle von 11½ %, wenn das Drahtseil bei einer Bergfahrt reissen sollte, zum Stehen gebracht werden; jedenfalls aber bleibt derselbe, selbst bei der grössten Geschwindigkeit, im Gefälle von 5% sehr bald stehen. Eine Entgleisung ist wegen der geradlinigen Bahn nicht gut denkbar, und bis zur Kreuzungsstelle kann ein Zug bei diesen Bremsvorrichtungen unmöglich kommen.

2. Lausanne-St. Luce.

Diese Nebenbahn, welche in Fig. 3 durch die Geleise *c* ersichtlich gemacht ist, hat hauptsächlich den Zweck, vollbeladene Waggons, welche mit der schweizerischen Westbahn ankommen, ohne umzuladen, nach Lausanne, d. h. zum Stationsplatze Flon zu bringen.

Nebenbei verspricht man sich aber einen sehr bedeutenden Personenverkehr, da die hiefür angelegte Station für die ankommenden und abreisenden Passagiere viel bequemer liegt, als die jetzt bestehende, indem selbe in gleicher Höhe mit dem Vorplatze des Bahnhofes angelegt wurde. Ausserdem werden bei Ankunft und Abfahrt der Züge alle 3 bis 4 Minuten Züge verkehren, so dass die Reisenden ohne Aufenthalt nach Lausanne kommen können. Diese Bahn läuft von Flon durch den Tunnel parallel mit

der Hauptbahn; unmittelbar am unteren Portal geht selbe jedoch in eine Horizontale und endet bei einer Drehscheibe, hinter welcher nur noch das Geleise für den Schleppwaggon verlängert ist.

Diese Drehscheibe wird ebenfalls mittelst Wasserdruck betrieben, und verbindet das erwähnte Geleise mit einem Verbindungsgeleise, welches bis auf den Bahnhof der schweizerischen Westbahn gelegt wurde. Auf diesem sollen die beladenen Waggon mittelst Pferden herübergeführt und durch die Drahtseilbahn nach Lausanne befördert werden.

Wegen der unbedeutenden Länge von 300^m, und weil im Tunnel selbst für eine Kreuzung von Zügen kein genügender Raum vorhanden ist, verkehren auf dieser Linie keine Doppel- sondern nur einfache Züge. Der Train wird einfach hinaufgezogen und geht durch die eigene Schwere hinunter. Es ist deshalb hier auch nicht eine Doppelturbine, wie bei der Lausanne-Ouchy-Bahn, sondern nur eine einfache Turbine nothwendig.

Da jedoch bei dieser Bahn unmittelbar am Ende des Gefalles von 11½ % (am unteren Portal), Fig. 3, eine Curve von 200^m Radius eingelegt werden musste, und 30^m weiter diese zu Ende ist, so war es zur Sicherung des Betriebes nöthig, eine Zahnstange zwischen den Schienen zu befestigen und am letzten Waggon ein Zahnrad anzubringen, durch welches der Zug jederzeit, wie bei dem Zahnrad-System Riggerbach und Zschokke, im Falle eines Seilbruches beinahe momentan zum Stehen gebracht werden kann. Da die Rollen für das Drahtseil in die Mitte gelegt werden mussten, legte man die Zahnstange etwas seitlich und musste natürlich auch das Zahnrad dem entsprechend angebracht werden.

Betrieb. — Der Betrieb auf dieser Nebenbahn ist im Principe derselbe, als auf der Hauptbahn; jedoch besteht ein Zug nicht aus 3 bis 4, sondern nur aus 2 Waggon, da die Kürze der zu befahrenden Strecke (300^m) gestattet, alle 5 Minuten einen Zug expediren zu können.

Die Einrichtung der Waggon und Lovrys ist ebenfalls dieselbe, jedoch muss hier das normale Durchfahrtsprofil vorhanden sein, da voll beladene, mit der schweizerischen Westbahn ankommende Waggon, durch den Tunnel zum Bahnhofs Flon gebracht werden müssen, ohne umgeladen zu werden.

Die Frachtwagen werden durch Pferde vom grossen Bahnhof auf dem Verbindungsgeleise bis zur Drehscheibe gebracht und dort entweder auf die Reservegeleise geschoben oder vor den Schiebewaggon gestellt. Dieser bleibt während der Manipulation mit der Drehscheibe auf der Rampe *g h* (Fig. 3), und lehnt sich an solid befestigte Puffer *m n*.

Wegen häufiger Benützung der Drehscheibe wurde selbe mittelst Wasserkraft drehbar gemacht, und da auf dieser zwei Geleise angebracht sind, genügt eine Drehung von 45°, um alle nöthigen Verschiebungen vornehmen zu können. In Fig. 14 ist die principielle Einrichtung der Drehung ersichtlich gemacht, woraus entnommen werden kann, dass durch die Zahnstange das Zahnrad-Segment und mit diesem der Kern *C*, auf welchem die Drehscheibe ruht, in Bewegung gesetzt werden kann. Die Peripherie der Scheibe läuft auf Rollen mit fixen Achsen, und ist weiters die Ein-

richtung so getroffen, dass selbst während der Manipulation mit der Drehscheibe das am Schiebewaggon befestigte Drahtseil in der Drehscheibe liegen kann, ohne beschädigt zu werden, wodurch das lästige Aus- und Einhängen erspart wird.

Wasserleitung.

Behufs Betrieb der vorerwähnten zwei Bahnen wurde eine grossartige Wasserleitung erbaut, welche jedoch, um die Anlage rentabler zu machen, auch gleichzeitig Wasser zu andern Zwecken beschaffen sollte.

Es ist selbstverständlich, dass hierzu ein sehr grosses Wasserquantum benöthigt wird, und dass deshalb auch, abgesehen von den Wassermassen, ein bedeutendes Reservoir angelegt oder gefunden werden musste, um stets genug Wasser vorrätig zu haben.

A. Reservoir.

15^{km} von Lausanne, in der Richtung gegen Freiburg, liegt 677^m über dem Meeresspiegel der kleine See „Lac de Bret“ mit einem Flächeninhalt von 390.000^{qm} und einer mittleren Tiefe von 9^m.

Dieser wurde nun als grosses natürliches Reservoir benützt, 7^m unter dem mittleren Wasserstand durch einen 100^m langen kleinen Tunnel angebohrt und in dieser Tiefe eine Schleusse angelegt. Behufs Ausführung dieser Arbeiten musste der See um 7^m abgelassen werden, wodurch, wie ich hier gleich bemerken will, grosse Uferrutschungen entstanden sind, welche Sicherungsarbeiten mit einem Kostenaufwande von beiläufig 75.000 Francs erforderten.

Auf diese Weise erhielt man ein Wasserquantum von circa 2.000.000^{kbm}, welches jederzeit zur Verfügung stand. Nachdem jedoch der Zufluss dieses See's dem zum Betriebe etc. nöthigen Wasserquantum von 250 Liter per Secunde bei weitem nicht entsprach, musste ein 300^m vom See entfernter Bach theilweise in denselben geleitet werden.

Da dieser jedoch vom See durch einen etwa 100^m hohen Gebirgsrücken getrennt ist, welcher gleichzeitig die Wasserscheide zwischen der Nordsee und dem mittelländischen Meer bildet, musste dieser Gebirgsrücken abermals mittelst eines 300^m langen Tunnels von 1·5^m Spannweite durchstochen werden.

Mit den Besitzern der an diesem Bache gelegenen Wasserwerke war, wie dies in ähnlichen Fällen wohl immer der Fall zu sein pflegt, nicht allzuleicht ein Ausgleich wegen des Wasserbezuges zu treffen; jedoch einigte man sich endlich dahin, dass an jener Stelle, wo der kleine Tunnel den Bach kreuzte, ein Wehr und seitlich von demselben eine gemauerte Kammer *a, b, e, k, l, c* (Fig. 11), anzulegen sei, welche gegen den Bach durch eine Schleusse *c d* versperrbar ist. In der Seitenwand *f g* wurden drei Schlitzelassen, welche das für den Betrieb der Wasserwerke berechnete und vereinbarte Wasserquantum durchzulassen haben.

Die Seitenwand bei *e b* war genau auf der Höhe der Oberkante der Schlitzelasse angelegt, so dass das durch die Schleusse *c d* eintretende Wasser vorerst durch die drei Schlitzelassen in der Richtung der Pfeile „3“ abfliesst, und durch eine in der Richtung des Pfeiles „4“ angebrachte Oeffnung wieder in das alte Bachbett unterhalb des grossen Wehrs

gelangt. Das übrige nicht durch diese Schlitzte fliessende Wasser kann dann über das kleine Wehr *e b* in der Richtung der Pfeile 5 und 6 in den Tunnel und durch diesen in den See gelangen. Auf diese Weise kann dem See mehr Wasser zugeführt werden als eigentlich erforderlich ist und war auch seit dem Betriebe nie eine nennenswerthe Senkung des Spiegels eingetreten.

B. Leitung.

Die Ableitung des Wassers vom See bis in das oberhalb Lausanne erbaute kleinere Druck-Reservoir geschah mit wenig Ausnahme in grossen Cementröhren, und nur bei tiefen Thälern wurden, um die Länge der Leitung zu verkürzen, 50^{cm} weite gusseiserne Röhren angewendet.

Das durchaus gleichförmige Gefälle der Cementröhren betrug 2‰, der Querschnitt derselben ist aus Fig. 12 ersichtlich. Da beinahe die ganze Lehne, an welcher diese Wasserleitung erbaut werden sollte, nur Rutschterrain ist (moräne Formation), konnte an einen solid fundirten Wasserleitungs-Canal gar nicht gedacht werden, indem einmal die Kosten desselben das ganze Project zur Unmöglichkeit gemacht hätten, dann möglicherweise durch Grabungen erst neue Rutschungen entstanden und bei Gebirgsbewegungen doch keine Sicherheit gegen eine Beschädigung des Canals gegeben gewesen wäre.

Aus diesem Grunde zog man es vor, oben erwähnte Cementröhren mit einer Wandstärke von 12^{cm} derart einzulegen, dass selbe an Ort und Stelle gegossen würden. Zu diesem Behufe wurde im Terrain mit möglichster Sorgfalt ein Aushub entsprechend dem äusseren Umfange *a d c*, hergestellt, in demselben eine dem inneren Raum entsprechende, mit Brettern verschaltete Schablone auf 2^m Länge eingehängt und der Zwischenraum mit Beton ausgegossen.

Die Kappe *a b c* wurde nachträglich auf ähnliche Weise hergestellt. Von 500 zu 500^m wurden Einsteig-Oeffnungen gelassen, und nachdem ohnedies der für die Wasserleitung nöthige Streifen eingelöst werden musste, längs derselben ein Weg hergestellt, um bei grösseren Reparaturen leicht mit Materialien zu jeder Stelle kommen zu können.

Durch diesen Canal können 250 Liter Wasser per Secunde oder 21.600^l per 24 Stunden in das oberhalb Lausanne erbaute Reservoir geleitet werden. Dieses in einer Höhe von 618^m über dem Meeresspiegel angelegte, aus 12 gewölbten Kammern bestehende Reservoir fasst 6000^l und liegt 140^m höher als das Maschinenhaus am Bahnhofe Flon.

Von hier ist nun eine 50^{cm} weite gusseiserne Röhrenleitung bis zum Maschinenhause gelegt, deren Wandstärke 16^{cm} beträgt. Diese Leitung wurde theilweise um die Stadt durch breite Strassen, theilweise in den eingangs erwähnten grossen Durchlass gelegt, in welchem die zwei Bäche Flon und Louve durch die Stadt geführt werden.

Oberhalb der Stadt wurde von dieser Hauptleitung eine Abzweigung gemacht, welche in 35^{cm} weiten Röhren direct durch die Stadt geführt wurde und kurz vor dem Maschinenhaus wieder in die grosse Leitung einmündet. Diese Leitung hatte, abgesehen von Benützung des Wassers zur Strassenreinigung und bei Feuersgefahr, hauptsächlich den Zweck, einigen Industriezweigen billige Wasserkraft zuzuführen.

Vorzüglich in Buchdruckereien, aber auch für andere Industriezweige werden die von Schmid in Zürich angefertigten, für Wasserbetrieb eingerichteten kleinen Motoren von 1/2 bis 2 Pferdekraften sehr vortheilhaft angewendet. Die ganze Einrichtung sammt Anschaffung der Maschine kommt circa auf 500 Francs.

Der Kubikmeter Wasser wird von der Gesellschaft mit 5 Cts. = 2 kr. berechnet, so dass der Betrieb einer Schnellpresse per Monat auf 25 bis 30 Francs = 10 bis 12 fl. zu stehen kommt. Diese Motoren nehmen einen nur sehr kleinen Platz ein, bedürfen keiner weiteren Bedienung als das Oeffnen oder Schliessen des Hahnes und haben noch den grossen Vortheil, dass man bei Feuersgefahr Wasser mit natürlichem starken Druck direct in den Arbeits-Localitäten hat.

Die Messung des verwendeten Wassers geschieht, indem für jede Maschine der Wasserbedarf für 1000 Umdrehungen bestimmt wird, und zwar indirect durch ein Uhrwerk, welches bis zu Einer Million Umdrehungen genügt und diese selbstwirkend notirt. Durch diese billige Wasserkraft ist der Klein-Industrie ein enormer Vortheil geboten. Ein Buchdruckerei-Besitzer mit zwei Schnellpressen erklärte, hierdurch gegen Handbetrieb eine Ersparniss von 4—5000 Francs jährlich zu erzielen.

Zur Verwendung als Trinkwasser wurde dieses Wasser nicht zugelassen, da hiefür eine eigene, einer anderen Actien-Gesellschaft gehörige Leitung existirt. Es ist jedoch, nachdem das Wasser, wie die vorgenommenen Analysen ergaben, vollkommen gesund und geniessbar ist, Aussicht vorhanden, dass die 1 1/2 Stunden von Lausanne entfernte kleine Stadt Morges dieses Wasser als Trinkwasser benützen wird, wodurch der Gesellschaft eine bedeutende Einnahmsquelle eröffnet würde.

Vorsichtsmassregeln wegen Bruch der Wasserleitung.

Cementröhren-Leitung bis zum kleinen Reservoir.

Die 12^{cm} starken Cementröhren, welche ohne besondere Fundirung in rutschendes Terrain gelegt wurden, erfordern die sorgfältigste Beobachtung.

Schon einmal entstand eine Bergrutschung, welche diese Röhrenleitung zerriss, und durch das ausfliessende Wasser grossen Schaden an den unterhalb liegenden Wein-gärten verursachte, ja sogar den Bahnkörper der tief vorüberziehenden schweizerischen Westbahn beschädigte.

Es ist bereits constatirt, dass sich die Gebirgslehne an mehreren Orten schwach bewegt. Die Cementröhren müssen diese Bewegungen mitmachen und bekommen hiedurch feine Risse, welche dem Wasser den Austritt erlauben.

Wenn das Gebirge schon ohnehin in Bewegung ist, atmosphärische Niederschläge ausserdem in dem sonst wohlbewachsenen Boden Rutschungen erzeugen, wie schädlich muss erst ein solches constant und ziemlich tief unter dem Terrain ausfliessendes Wasser wirken! Es ist daher zur Erhaltung der Wasserleitung eine öftere sorgfältige Untersuchung der Cementröhre von innen nothwendig.

Zuerst geschah dieses durch einen Mann, der durch die Röhren durchkriechen musste. Jedoch nicht lange konnte es der Arbeiter wegen zu grosser Anstrengung, Nässe etc. aus-

halten und ausserdem wurde die Untersuchung nicht mit der wünschenswerthen Sorgfalt ausgeführt.

Die Ingenieure der Wasserleitung construirten nun einen Wagen, wie er in Fig. 12 und 13 ersichtlich gemacht ist, und so unglaublich es scheint, Röhren von den angegebenen Dimensionen mit einem Wagen, auf welchem noch Sand und Cement geladen und eine Laterne angebracht ist, untersuchen zu können, untersucht doch bereits seit $1\frac{1}{2}$ Jahren derselbe Arbeiter diese 15^{km} lange Leitung alle Monate ein- bis zweimal.

Dieser kleine Wagen ist 60^{cm} lang, 40^{cm} breit und 30^{cm} hoch. Er läuft ähnlich wie ein Velociped auf zwei Rädern mit Kautschukringen von 20^{cm} Höhe, und um ein leichtes Fortbewegen zu erzwecken, wenn er sich an eine Seite der Cementröhre anlehnt, sind in der Mitte des Wagens an jeder Seite 10^{cm} grosse Rädchen angebracht, welche sich um eine senkrechte Achse drehen. Ganz vorne ist ein 18^{cm} hoher, 20^{cm} breiter und 40^{cm} langer Kasten angebracht, der in zwei Theile getheilt ist, wovon der eine mit Sand, der andere mit Cement gefüllt ist. Ueber diesem Kasten hängt an einer Eisenstange eine Laterne. Rückwärts am Wagen liegt eine gute Rosshaarmatrazze.

Wenn nun mit diesem gearbeitet werden soll, wird er, nachdem selbstverständlich der Wasserzufluss abgesperrt und das Wasser so ziemlich abgeflossen ist, in einem Einstieglloch in die Röhre eingelassen, die Kästchen mit Cement und Sand gefüllt, der Arbeiter legt sich mit dem Oberkörper auf den Wagen und mit den Fussspitzen bewegt er sich durch Stossen an den Seitenwänden der Cementröhren weiter. Die Spitzen der Schuhe sind mit rauh gehaltenen Eisen beschlagen. Ein zweiter Arbeiter geht, einen grösseren Cement- und Sandvorrath mit sich führend, am hergestellten Weg oberhalb der Wasserleitung, um auch stets gleich bei der Hand zu sein, falls jenem in der Röhre etwas zustossen sollte. Gewöhnlich werden in einer Tour 1 bis $1\frac{1}{2}^{\text{km}}$ untersucht, dieser Arbeiter hat aber auch schon 4^{km} mit dem Wagen in einem Tag zurückgelegt. Die in dieser Leitung liegenden gusseisernen Röhren werden wie gewöhnlich durch Reinigung der am tiefsten Punkte angelegten Sammelkästen in Stand gehalten.

Obwohl bei diesen Untersuchungen wiederholt Risse gefunden und verstrichen wurden, kann aussen nirgends ein Ausfliessen von Wasser bemerkt werden, und ist seitdem auch keine Terrainbewegung oder Rutschung eingetreten, weshalb sich diese Vorsichtsmassregel bisher vollkommen bewährt hat.

Röhrenleitung vom Reservoir bis in das Maschinenhaus.

Da das Reservoir circa 140^{m} höher liegt als das im Souterrain des Bahnhofes Flon bestehende Maschinenhaus, so haben die untersten Röhren einen Druck von 14 Atmosphären auszuhalten, und es sind furchtbare Wassermassen, welche auch nur bei einem theilweisen Röhrenbruch diesen entströmen können. Wie bei den meisten Wasserleitungen kamen anfangs auch hier einige Röhrenbrüche vor, welche zu besonderen Vorsichtsmassregeln Veranlassung gaben.

Vor Allem wurde schon beim Baue darauf Rücksicht genommen, das Maschinenhaus möglichst zu sichern, und

wurden deshalb in demselben und in dessen Nähe nur Röhren mit 25^{mm} Wandstärke angewendet. Die gebogenen Röhren im Maschinenhaus selbst wurden von 11^{mm} starkem Schmiedeeisen hergestellt. Nachdem so das Maschinenhaus gesichert war, musste man eine Vorrichtung ersinnen, um bei einem anderweitigen Röhrenbruch den Wasserausfluss auf ein Minimum zu reduciren.

Zu diesem Behufe wurde in unmittelbarer Nähe des Reservoirs in der Röhrenleitung ein um eine horizontale Achse drehbares Ventil ab (Fig. 15) eingesetzt. An der Achse ist ausserhalb des Rohres an einem Hebel cd ein verstellbares Gewicht g angebracht. Der Hebel cd ruht gewöhnlich auf einer Stütze s . Das ausfliessende Wasser übt nun auf das Ventil einen gewissen Druck, welcher im Verhältniss zur ausfliessenden Wassermenge steht.

Es wurde nun versuchsweise der Wasserdruck auf das Ventil bestimmt, wenn alle das Wasser benützenden Maschinen in Activität standen. (Die Verständigung hierbei geschieht durch ein Telephon.) Das Gewicht g wurde am Hebel so gestellt, dass es einen etwas grösseren Druck ausübt als das Wasser, daher das Ventil offen hält. Sollte nun durch einen Röhrenbruch eine grössere Wassermenge abfliessen, so wird der Druck auf die untere Hälfte (db) des Ventils (ab) grösser, hierdurch dasselbe geschlossen und der Wasserabfluss erschwert. Es kann daher nie mehr als das in den Röhren befindliche Wasser ausfliessen. Gleichzeitig ist die Vorkehrung getroffen, dass durch das Schliessen des Ventils ein elektrischer Strom verbunden wird, welcher im Stationsgebäude ein kleines Glockensignal in Bewegung setzt, so dass der diensthabende Ingenieur sofort vom Schliessen des Ventils verständigt ist und die Ursache erforschen kann.

Wie leicht zu ersehen, wirkt diese Sicherheitsmassregel jedoch nur bei bedeutendem Wasserverlust. Es ist aber auch nothwendig, kleinere Verluste leicht constatiren zu können. Zu diesem Behufe sind am Bahnhofe Flon von den zwei Leitungen vor ihrem Zusammentritte 2^{cm} weite Ableitungen gemacht (H und S , Fig. 16), welche bis in's Bureau geführt werden. Selbe münden wieder je in zwei Röhren, von denen eine mit einem Feder-Manometer, die andere in einem barometerartigen Luft-Manometer abgeschlossen ist. Ersterer dient um jederzeit den Wasserdruck anzuzeigen, letzterer um den Wasserstand im Reservoir, der gewöhnlich 5^{m} beträgt, genau ersichtlich zu machen, da die Feder-Manometer auf Differenzen von 0.5 bis 1.0^{m} Wasserhöhe nicht genug empfindlich sind. Die Luft-Manometer sind jedoch nur auf 14^{m} Höhenunterschied noch benützbar, da bei weniger Druck schon das Wasser unter die eingetheilte Scala sinkt. Mit diesem Luft-Manometer kann daher nicht nur die Höhe des Wasserstandes im Reservoir bestimmt werden, sondern auch ein kleinerer Bruch, durch den der Wasserabfluss eine Druckverminderung unter Eine Atmosphäre verursacht, indem hierdurch ein Fallen der Wassersäule verursacht wird.

Es muss hierbei, da die Ausdehnung der Luft in dem Manometer bei verschiedener Temperatur sehr ungleich ist, gleichzeitig genau der zwischen demselben hängende Thermometer beobachtet werden. Zur schnelleren Uebersicht

sind an diesem für jeden Luft-Manometer Scalen angebracht, auf welchen man nach Ablesung der Temperatur sofort die Wirkung auf die Manometer bestimmen kann. Die Beobachtungen müssen zu einer Zeit gemacht werden, wo beide Turbinen in Ruhe sind.

Die Feder-Manometer *dd*, Fig. 16, zeigen bei normalem Stand auf 12 bis 13 Atmosphären und sinken, wenn alle Werke, welche Wasser beziehen, in Thätigkeit sind, auf $11\frac{1}{2}$ bis 12.

Wenn nun der Zeiger unter 11 anzeigt, so ist dieses ein Beweis, dass irgendwo Wasser verloren geht, weshalb die Einrichtung getroffen ist, dass der Zeiger von 11 angefangen bis 0 einen Messingreif *cda* berührt, wodurch ein elektrischer Strom in Verbindung mit einem grossen Läutewerk gebracht wird, durch welches die Beamten von der Unregelmässigkeit bei Tag und Nacht unterrichtet werden. Nach einem solchen Signal eilt der Ingenieur zu den Manometern, wo er je nach Art der Störung in der Wasserleitung folgende Beobachtungen machen kann.

1. Er hört das früher erwähnte kleine, mit dem Ventil beim Reservoir elektrisch verbundene Glockensignal — die beiden Feder-Manometer zeigen einen gleichen Rückgang zwischen 11 und 7 Atmosphären. In diesem Falle ist eine Störung zwischen Reservoir und vor der Abzweigung der Stadtleitung vorgekommen, und kann nach dem Stand der Manometer die Höhenlage dieser Störung gefunden werden. Eine Störung bis 14^m vom Reservoir abwärts zeigen auch noch die Luft-Manometer an. Wenn die Störung bei der Abzweigung der Leitungen ist, so zeigen die Zeiger „—7—“, da die Höhenlage der Abzweigung eben diesem Drucke entspricht.

2. Wenn ein Feder-Manometer, z. B. jener der Leitung *H*, auf 4 zeigt, jener der Leitung *S* jedoch auf 7, so ist die Störung in der Hauptleitung, und zwar circa 40^m über dem Bahnhofe.

3. Wenn das Umgekehrte stattfindet und der Manometer der Leitung *S* weniger als 7 zeigt, der andere hingegen 7, so ist der Fehler in der Stadtleitung.

Auf diese Weise kann jederzeit schnell jeder unregelmässige Wasserverlust constatirt und behoben werden.

Maschinenhaus und Einrichtung.

Dasselbe ist unter dem Stationsgebäude und der Einstieghalle Flon, und nur durch Oberlichte erhellt.

Die Einrichtung bietet, abgesehen vom Betriebe durch Wasserkraft, in der Einrichtung nicht viel Neues; ich erwähne nur, dass beim Betrieb alle Ventile durch Wasserdruk von einem Standpunct aus geöffnet und geschlossen werden können. Ebenso wird die grosse Radbremse auf dieselbe Art angezogen und nachgelassen.

Um zu verhindern, dass das Drahtseil auf der 6^m grossen Trommel übereinander geht, sind die dreimetrigen Seilrollen auf einer Schraubenwelle befestigt, durch welche die Rollen bei jeder Umdrehung der Trommel um die Drahtseildicke vorwärts, respective rückwärts geführt werden. Das Drahtseil der Hauptbahn Lausanne-Ouchy ist auf 60 Tonnen Tragkraft berechnet, jenes der Nebenbahn auf 30 Tonnen.

Ersteres besteht aus 6 Strängen à 19 Drähten, also zusammen aus 114 Drähten, wovon jeder 2^m Stärke hat.

Das Seil hat einen Durchmesser von 30^m . Die Drähte haben per Quadrat-Millimeter eine Tragkraft von 150 bis 180^kg .

Ein Drahtseil aus feinem englischen Stahldraht mit einer Länge von 1650^m kommt auf 15.000 Francs bei $1\frac{1}{2}$ jähriger Garantie.

Ausserdem ist im Maschinenhaus eine complete Dampfmaschine aufgestellt, welche bei einer grösseren Störung in der Wasserleitung sofort in Betrieb gesetzt werden kann, um den Verkehr nicht unterbrechen zu müssen.

Allgemeine Bemerkungen.

Mit welchen Schwierigkeiten man bei dem Baue dieser Bahn zu kämpfen hatte, mag die Summe, welche bisher hiefür ausgegeben wurde, illustriren. Diese $1\frac{1}{2}^km$ lange Bahn inclusive Wasserleitung kostet nahe an 8 Millionen Francs, wovon 3 Millionen auf die Grundeinlösung allein entfallen.

Man kann per Kilometer Bahn, wobei (Wasserleitungsanlagen inbegriffen) jedoch alle sich nicht direct auf diese Bahn bezüglichen Auslagen ausgeschieden sind (es wurden Gründe und Gebäulichkeiten für eine Verlängerung bis zur Lausanne-Eschellaner Secundärbahn eingelöst), auf 3.000.000 Francs rechnen. Also jedenfalls eine der theuersten Bahnen, welche existiren.

Die Einnahmen beliefen sich im Eröffnungsjahre per Kilometer auf 32.000 Francs. Im Jahre 1878 jedoch schon auf 63.000 Francs und dürften sich diese im Jahre 1880, nachdem die Bahn Lausanne-St. Luce am 15. December 1879 dem Verkehre übergeben wurde, um noch mehr als die Hälfte steigern.

Hiezu kommen nun nicht unbedeutende Zinsen für bereits eingelöste Gründe und Häuser, ausserdem etwa 15—20.000 Francs für an Industrielle verkaufte Wasserkraft, und würde es sich nur darum handeln, das überschüssige Wasser entweder noch weiter für industrielle Zwecke oder als Trinkwasser verwerthen zu können, so könnte dieses Unternehmen, trotz der enormen Kosten, zu einem rentablen gemacht werden.

Wenn der Kubikmeter Wasser mit 13 Atmosphären Druck nur zu 5 Cts. gerechnet wird, so repräsentirt dieses schon ein jährliches Erträgniss von 250.000 Francs; davon könnte wenigstens die Hälfte verkauft werden, ohne den Betrieb der zwei Drahtseilbahnen nur im Mindesten zu beeinträchtigen.

Die Betriebs-Auslagen sind mir zwar nicht genau bekannt, dürften jedoch bisher inclusive Erhaltungskosten circa 35.000 Francs betragen haben und nach Eröffnung der Nebenbahn Lausanne-St. Luce kaum über 45.000 Francs steigen.

Nachdem ich hiermit das Interessanteste über diese Bahn in allgemeinen Umrissen gesagt zu haben glaube, und jedem der Herren Fachgenossen, welcher Lausanne besucht, die Besichtigung dieser Anlage, welche freundlichst gestattet wird, bestens empfohlen haben will, schliesse ich hierüber meinen Bericht und erlaube mir über die durch mich durchgeführten Reconstructions-Arbeiten des grossen sous Montbenon-Tunnels im folgenden II. Theil*) Einiges zu erwähnen.

*) Folgt im II. Hefte.

Die Theiss-Regulirung und die Szegediner Katastrophe.

Nach officiellen Quellen bearbeitet und mitgetheilt

von

Josef Riedel,
Ingenieur.

Vorbemerkungen.

Die Voraussetzung, dass in allen Schichten der Bevölkerung noch immer die regste Theilnahme für das durch die vorjährigen Ereignisse so schwer getroffene Theissthal besteht, vornehmlich aber die Rücksicht auf das hohe Interesse, welches das Theiss-Regulirungswerk im Allgemeinen und die Szegediner Wassercalamität im Besonderen in technischen Kreisen hervorrufen musste, veranlasste uns eine Bearbeitung dieses hochernsten Themas vorzunehmen.

Wir werden uns hierbei durchaus auf die in den Fachconferenzen des „Ungarischen Ingenieur- und Architekten-Vereines“ vom Herrn Ministerialrathe Carl Herrich am 3. und 10. Mai 1879 gehaltenen Vorträge, sowie auf die von der königl. ungarischen Freistadt Szegedin diesbezüglich veröffentlichte Denkschrift stützen, und hiermit einen möglichst objectiven Standpunct wahren*). Diese Bemerkung scheint aus dem Grunde geboten, weil einerseits die Herrich'schen Vorträge die Rechtfertigung der leitenden Techniker gegenüber den zahlreich erhobenen Anklagen beabsichtigen, und die Szegediner Entgegnung anderseits die Entkräftung der die Stadt getroffenen Anschuldigungen anstrebt.

Wenn auch das uns vorliegende Operat keineswegs den streng wissenschaftlichen Anforderungen unserer Fachgenossen entsprechen dürfte, so wird es doch geeignet sein in der Geschichte dieses technischen Werkes durch autoritative Darlegung der Facten, durch sachgemässe Beleuchtung der eingeholten technischen Gutachten, sowie durch Motivirung der in Anwendung gekommenen Regulirungs- und Administrations-Principien manche Lücke auszufüllen, welche die Tagesliteratur keineswegs hätte ausfüllen können.

Die Reichhaltigkeit des Materials, sowie der Umstand, dass der Stoff vom Vortragenden in der Epoche geistiger und nervöser Aufregung mit Hast zusammengetragen sein mochte, endlich die Erwägung, dass den grössten Theil unserer Leser zwar die That-sachen interessiren werden, die minder wichtigen Details aber ermüden würden, liess uns eine Umarbeitung des Vortrages räthlich erscheinen, zumal derselbe aus den genannten Gründen auch nicht von Wiederholungen frei ist.

Um in die umfangreiche Abhandlung bessere Uebersicht und klarere Durchsicht zu bringen, haben wir eine Trennung der Herrich'schen Vorträge in zwei Hauptabschnitte vorgenommen, von denen der erste ausser der Charakterisirung der allgemeinen hydrographischen Verhältnisse alle Phasen erörtert, welche dieses grossartige Unternehmen in seiner Entwicklung vom Ursprunge bis zu den unglücklichen Märztagen des Jahres 1879 durchmachte, während der zweite sich ausschliesslich mit den Ursachen der

Ueberschwemmung Szegedins befasst. Die weitere Trennung in Capitel gleichartigen Inhalts war nur eine Consequenz dieses Vorganges und ist ohne Beeinträchtigung des im Vortrage ausgeprägten Gedankenganges durchgeführt.

Die Szegediner Denkschrift kam uns erst nach Vollendung der beiden ersten Abschnitte zu, und wird sich demnach als dritter Theil den vorhergehenden anschliessen.

I. Das Theiss-Regulirungs-Unternehmen.

Es wird ganz natürlich erscheinen, dass der Ministerialrath Carl Herrich, welcher als der eigentliche Schöpfer der Theiss-Regulirung in ihrer gegenwärtigen Façon gilt, der nicht bloß alle Wechselfälle, die dieses nationale Unternehmen durchlief, vom ersten Spatenstich bis auf den heutigen Tag verfolgte, sondern der bezüglich der Ausführung des Planes länger als ein Viertel Säculum fast ausschliesslich massgebend war, dass dieser seine Stimme erhebt, um die verschiedenen, von allen Seiten, vornehmlich gegen seine Person, erhobenen Angriffe zu entkräften.

Herrich ist vor Allem höchst verwundert, dass das ganze Land und speciell die Bevölkerung des Theissthal's, ein Ereigniss als „Katastrophe“ charakterisirt, dem das Kriterium für eine solche Bezeichnung gänzlich mangelt. Unter Katastrophe könne nur jenes Ereigniss verstanden werden, welches unerwartet eintritt und einen Verlauf nimmt, den die lebendigste Phantasie sich nicht auszumalen vermochte, wie dies etwa bei den Folgen der Miskolczer oder der Erlauer Wolkenbrüche der Fall war. Da aber jene, welche unausgesetzt alle Phasen des Regulirungswerkes verfolgten, im Verlaufe von drei Decennien wiederholt eine solche Unglücksepoche vorhersagten, ja oft genug nachwiesen, dass und weshalb dieselbe unausbleiblich sei, der Eintritt derselben sonach nur eine Frage der Zeit war, so sei bei aller Grösse des Unglücks Niemand berechtigt sich darüber zu wundern.

Paleocapa hat bereits im Jahre 1846, gelegentlich der Superrevision des Theiss-Regulirungs-Projectes, das heutige Schicksal Szegedins in lebhaften Farben geschildert. Er und viele Andere nach ihm haben unzählige Male kräftigst betont, dass die richtige Lösung der Theiss-Regulirungsfrage von der Regelung des verkehrten, durch Menschenhand verdorbenen Verhältnisses zwischen der Theiss und Maros bei Szegedin abhängt. Diese Stelle, sowie die Strom-Enge bei Tokaj wurden stets als die Cardinalpuncte erkannt, auf die sich das Schicksal und die Zukunft der ganzen Regulirung stütze. „Nachdem nun die „Katastrophe“ eingetreten, wirkt das Ereigniss auf die ganze Theiss-Frage zurück! Man tadelt und beschuldigt das Princip und die Durchführung der Regulirung, die doch gerade um Szegedin willen sich beugen musste und gezwungen war, statt ein gesundes Ganzes, eine Rumpfarbeit, ein verfehltes Werk, zu werden! Heute aber gibt es nur eine Ueberzeugung und nur eine Stimme, welche dahin lautet, dass dieses Regulirungswerk in seinen Principien verfehlt, verkehrt ausgeführt, und demselben derartige Mängel anhaften, dass die Correctur der begangenen Fehler eine Lebensfrage sei. Nach 33 Jahren geben Eingeweihte und Uneingeweihte mehr weniger chimärische Ideen, was hätte geschehen und was hätte unterlassen werden sollen!“

Um die Frage der Theiss-Regulirung sowohl, als auch das ganze Unternehmen nach seinem wahren Werthe fachmännisch richtig würdigen und gleichzeitig auf Grund von Daten die begangenen Fehler erkennen zu können, schickt der Vortragende

*) Den eifrigen Bemühungen unseres Redactions-Comité-Mitgliedes, des Herrn Ingenieur Ernest Gaertner sowohl, als auch der Güte und Bereitwilligkeit des Herrn Dr. Carl Maudello in Pest verdanken wir die deutsche Uebersetzung des ungarischen Textes. D. R.

in Kürze die Entstehungs- und Entwicklungsgeschichte desselben in der Absicht voraus, durch ungeschminkte Darlegung der That-sachen einerseits die individuelle Ueberzeugung zu klären und das Verdict der Collegen herauszufordern, anderseits aber, sofern die Nutzenanwendung für das Land ziehen zu können, dass die begangenen Fehler, besonders die Systemlosigkeit, in Zukunft abgestellt und das hochwichtige Unternehmen im Interesse des Landesvermögens zu Ende geführt werde.

Die Wasserbedrängnis des ausgedehnten Landstriches, den man mit dem Namen Theissthal bezeichnet, ist bekanntlich keine Erscheinung der neueren Zeit, sie ist vielmehr so alt wie die Geschichte und fusst in der orographischen Configuration des weiten Tieflandes im mittleren Ungarn. Priscus verzeichnet schon in seinem Diarium die Moräste der Theiss, die ihm auf der Reise an den Hof des Hunnenfürsten Attila sehr unbequem wurden, ganz getreu; allein weder die Hunnen, noch die auf sie folgenden Völkerschaften, ja selbst unsere eigenen Vorfahren sahen in diesen Zuständen eine besondere Calamität.

Erst in den vierziger Jahren, in denen das Alföld in Folge einer langen Reihe nasser Jahre das Opfer unerträglicher Wasser-noth wurde (1844 betrug der geringste Wasserstand am Szegediner Pegel 4'43" über Null, hielt sich aber lange Zeit auf der Höhe von 6 bis 7"), entschloss sich die Regierung zur Hilfeleistung.

Den ersten Anlass zum entschiedenen Handeln gab das Project des Ingenieurs Beszedes, welches einen Durchstich in der oberen Theiss zum Gegenstande hatte, für dessen Realisirung die Interessenten der oberen Comitate energisch eintraten. Dieser Durchstich sollte dem naturwidrigen, von Süd nach Nord gerichteten Lauf der Theiss ein Ende machen, den Nebenflüssen besseren Abfluss verschaffen und die nachgerade unerträglich gewordenen Sümpfe trocken legen.

Nach den Localverhältnissen beurtheilt, erschien diese Correctur sehr vernünftig und natürlich, zumal der 11.4^{km} (1½ Meilen) lange Durchstich eine siebenfache Abkürzung des Flusslaufes und folglich auch eine grosse Vermehrung des Gefälles verursacht haben würde. Allein dieses Project wurde heftig angefeindet und vom Statthaltereirathe verworfen, wodurch sich die betreffenden Comitate in die Nothwendigkeit versetzt sahen, an den unparteiischen Urtheilsspruch auswärtiger Fachmänner zu appelliren.

1. Das Project Vásárhelyi's.

In Folge der oben geschilderten permanenten Calamitäten und der immer dringender gewordenen Klagen, spornte die Regierung ihre Organe zu eifriger Thätigkeit auf dem Gebiete des Wasserbaues an.

Die Statthaltereie, in welcher Graf Stephan Széchenyi an die Spitze des Communications-Departements gestellt worden war, beauftragte den Navigations-Inspector Paul Vásárhelyi speciell mit der Verfassung und Veröffentlichung eines Theiss-Regulierungs-Projectes, das sich anfangs von Tisza-Ujlak bis Tisza-Füred erstreckte und erst 1845 bis Titel ergänzt wurde. Es lag diesem aber keineswegs ein Plan zur Regulirung der Theiss und ihrer Nebenflüsse zu Grunde, wie wir etwa heute die Projects-Verfassung auf Basis von Details verstehen, sondern der Autor gab nur die Idee des Principis an, dessen leitender Faden darin bestand, den ewigen, unaufhörlichen Ueberschwemmungen, welche das Alföld quält, durch die Ausführung von 101 Durchstiche zu begegnen.

Durch diese Massnahme sollte der Fluss, dessen Gerinne doppelt so lang ist als das Thal, welches er durchfliesst, besser die Wasserabfuhr bewerkstelligen. Indess selbst diese Durchstiche vorausgesetzt, hätte sich, damit die Fluth nicht die Inundations-Becken überströmen könne, noch immer die Eindämmung der niederen Stellen als nothwendig erwiesen. Wo und nach welchen Maassen jedoch diese Dämme gebaut werden sollen, gab Vásárhelyi nicht an. Er stellte diese Frage späteren Erhebungen und Studien anheim und bemerkte, dass die Dämme unbedingt nöthig seien, jedoch, aus Rücksicht auf die Kostenfrage, nicht allzuweit vom Flusse entfernt situirt sein sollen*).

Vásárhelyi's Project wurde indess lebhaft angegriffen und die Richtigkeit seines Regulierungs-Principes in Zweifel gezogen, was zur Folge hatte, dass die öffentliche Meinung und die Nächst-interessirten neuerdings das Urtheil ausländischer Fachautoritäten begeherten.

2. Das Project des Ingenieurs Lamm.

Der Ungvárer Ingenieur Jacob Lamm fand in den vierziger Jahren, dass die Theiss wegen ihres widernatürlichen Laufes schon bei Tokaj nicht mehr im Stande sei ½ Million Kubik-Fuss (15.600^{km}) Wasser per Secunde abzuführen, weshalb ¾ dieser ungeheuren Quantität, nämlich 6240^{km}, über das Sumpffeld zwischen der Szamos, Kraszna, dem Erthale und der Berettyo in die Körös und mit Hilfe derselben nach Csongrád geleitet werden müssten.

Lamm hatte für sein Ableitungs- oder Entlastungs-System in Ober-Ungarn eine starke Partei, unter Anderen auch den mächtigen Baron Vecsey, welcher seinerzeit selbst eine weitläufige Arbeit darüber publicirte. „Wir sind neuerer Zeit dahin gelangt, dass selbst dieser Plan eifrige Anhänger hat, die ihn wieder aufwärmen!“ (Herrich.)

3. Die fachmännischen Gutachten.

A. Das Gutachten Francesconi's.

Der k. k. Hofbaurath von Francesconi acceptirte gleich zu Anfang die Lehren Vásárhelyi's und durchsägte damit gewissermassen den Ast unter sich. Seine Ansichten verhallten wirkungslos, weil er sein Gutachten schlecht begann und, nach der Ansicht des Publikums, noch schlechter schloss.

Francesconi behauptete mit Bestimmtheit, dass, um den fortwährenden Ueberschwemmungen ein Ende zu machen, der Gefällsarmuth des Flusses wegen, die Vásárhelyi'schen Durchstiche ausgeführt werden müssten. Fügte jedoch hinzu, dass, wo nicht besondere Localinteressen massgebend seien, mit diesen Arbeiten von unten nach oben zu beginnen sei. Nichtsdestoweniger seien Dämme nöthig, mit deren Bau jedoch in der Regel, um vor Umgehung durch Hochfluthen geschützt zu sein, thalabwärts begonnen werden soll, wovon nur beim Schutz ausgedehnter Territorien abgewichen werden könne.

*) Bis Borsod hätte die Erdbewegung 12,413.000^{km} oder 5,500.000 Arbeitstage betragen, wodurch 783.800 Hectaren (1,375.000 Joch) Inundations-Gebiet vor Ueberschwemmung zu schützen gewesen wären. Vásárhelyi liess den Fluss entlang beide Ufer im Detail vermessen, den kleinsten Wasserstand vom Jahre 1842, sowie den höchsten vom Jahre 1830 aufnehmen, einige tausend Querprofile und mehrere hundert Consumtionsprofile verzeichnen, ausserdem auf Grund geometrischer Aufnahmen das gesammte Inundations-Terrain berechnen, kurz gesagt, er trug ein so reiches Materiale zu den Vorfragen zusammen, dass man kühn behaupten kann, er sei in jener Zeit der einzige Ingenieur gewesen, der von einem Flusse so viel Vorarbeiten aufweisen konnte.

Die Einmündung der Latorcza in die Theiss bei Csap acceptirt dieser Experte nicht, sondern macht die Lösung dieser Frage von dem Verhalten des Theissbettes abhängig, nachdem die Durchstiche von Csap bis Tokaj in Action getreten sein werden. Bezüglich der Dämme wünscht Francesconi, mit Rücksicht auf die Schlamm Massen, welche die Flüsse bekanntlich ausserhalb des Bettes ablagern, die Trace dort geführt, wo der Fluss an sich eine Schranke erheischt. Die grosse Entfernung der Dämme vom Flussufer würde deshalb grössere und kostspieligere Bauten erfordern, weil zwischen dem Niveau des unmittelbaren Flussufers und der entfernteren Thalsohle Höhenunterschiede von 2 bis 3^m bestehen.

Bezüglich der Maasse der Dämme hatte er keinen Vorschlag gemacht. Dieser Fachmann gesteht vielmehr am Schlusse seines Gutachtens ganz aufrichtig, dass er über die Frage, welche Erhöhung des Wasserstandes nach Vollendung der Durchstiche und Dämme etwa an der unteren Theiss eintreten werde — keine Meinung abgeben könne.

Dieses Gutachten enthält trotz der knappen Zeit, welche dem Autor zur Besichtigung und Studium des Schauplatzes gegönnt war, sehr viel Gutes, ohne dass es jedoch die Gemüther befriedigte.

B. Das Gutachten Paleocapa's.

Nach Francesconi wurde der Baudirector von Venedig, Peter Paleocapa, vom Palatin Erzherzog Josef und dem Grafen Széchényi aufgefordert, ein Gutachten über Vásárhelyi's Project abzugeben. Paleocapa leistete der ihm in Form verbindlichsten Ersuchens übertragenen Mission zur Bereisung des Theisstales Folge, und veröffentlichte das Resultat seiner Studien in dem allbekannten „Gutachten über die Regulirung des Theisstales“.

Aus dieser Schrift geht deutlich hervor, dass der Verfasser derselben den Gegenstand vollkommen beherrscht und die Eigenheiten des Flusses kennt.

Er ergänzt das Project Vásárhelyi's in jenen Details, auf welche Letzterer die Aufmerksamkeit nicht ausdehnte, und erklärt: Der Fluss hat zwar kein Gefälle, er erfüllt aber doch seine Aufgabe, weil ihm ein tiefes Bett zu Gebote steht. Um aber das Uebertreten der Hochfluthen in das ganze Thal zu verhindern, muss der Fluss mit im Minimum 400° (circa 760^m) weit abstehenden Dammbauten eingefasst werden. Oberhalb Tokaj seien keine, unterhalb dieses Platzes jedoch nur 15, von unten nach oben auszuführende, Durchstiche erforderlich, da keine grössere Zahl zur Förderung des geringen Gefälles und zur Erleichterung der Eindämmung nothwendig erscheine.

Paleocapa geht auch in die Details ein. Er proponirt: Die Dämme sollen in bestimmten Querschnitten bei Tisza-Ujlak mit 2'5" (0'80^m) über dem bisher beobachteten höchsten Wasserspiegel beginnen, bis Csap auf 4' (1'26^m) verlaufen, sich bis Szolnok auf 5' (1'58^m) heben, bei Szegedin wieder auf 1'26^m sinken und endlich mit 3' (1'0^m) schliessen. Von den Breiten dimensionen des Inundations-Terrains soll nur dort abgewichen werden, wo die Natur oder bereits bestehende Ansiedlungen, Städte etc. deren Einhaltung unmöglich machten. Unterhalb Szegedin will er Concessionen bezüglich einer Verengerung zugestehen.

Um das heute so oft laut gewordene Urtheil, als sei von Paleocapa's Ansichten abgewichen und deshalb die Theiss-Regulirung verfehlt worden, zu widerlegen, citirt Herrich eine

Stelle aus Paleocapa's Werk, welche lautet: „Das Princip, dass die Werke zur Abänderung eines Flusslaufes von unten nach oben, oder von der Mündung nach dem Ursprunge angelegt werden müssen, ist auf den vorliegenden Fall, wo der Fluss in seinem ganzen Verlaufe keinerlei System und Aufsicht hat, nicht anwendbar. Es ist auf keinerlei Werke anwendbar, bei denen sich die Baubedürfnisse von der Mündung bis zur Quelle des Flusses erstrecken und von der bedrohten Anwohnerschaft mit solchem Ungestüm urgirt wird. Wollte man die Regulirung der Theiss von der Donau aufwärts beginnen, und die Inangriffnahme der oberen Werke von dem Erfolge der unteren Werke abhängig machen, so würde voraussichtlich die heutige Generation aussterben, ohne aus den Arbeiten irgend welchen Nutzen für die schönste und zugleich unglücklichste Gegend des Landes zu gewärtigen. Man muss von den rein theoretischen Principien Umgang nehmen und die Arbeiten derart vertheilen, dass durch dieselben in möglichst kurzer Zeit der erreichbare grosse Nutzen für das Land im Allgemeinen erzielt werde.“

Paleocapa gibt sich keiner Täuschung darüber hin, dass nach Vollendung der Eindämmung das Niveau des Hochwassers bedeutend steigen werde, die Höhe der Dämme demnach im Voraus nicht genau fixirbar sei*).

4. Herrich's Anschauungen über die Gutachten.

Nach der Ansicht Herrich's waren die Fachmänner in ihren Aussprüchen deshalb so unentschieden, weil sie Vieles wussten und sich darum erlauben durften, etwas nicht zu wissen, was man ohne Erfahrung nicht wissen könne**).

Herrich hält daher den einheimischen Vásárhelyi, welcher seit vielen Jahren jeden Pulsschlag seines Patienten beobachtete und studirte, für einen besseren Diagnostiker als den fremden Paleocapa, welcher den Kranken nur während einiger Wochen beobachtete.

Vásárhelyi erkannte — was der Aufmerksamkeit Paleocapa's völlig entgangen war — die Strecke zwischen Csap und Tokaj aus dem Grunde für die schlimmste, weil daselbst die Länge

*) Denjenigen, welche Paleocapa nicht für competent halten, über das Theiss-Regulirungswerk zu urtheilen, sei das historische Factum in Erinnerung gebracht, dass dieser Fachmann als Delegirter in der internationalen Suezcanal-Enquête nicht zögerte, sein Urtheil abzugeben, das angenommen und durchgeführt wurde. Die italienische Nation schrieb auf sein Denkmal die Worte: „Pietro Paleocapa, Fürst der modernen Hydrauliker“.

**) Zur Erläuterung führt er die Geschichte des Eisenbahnbaues an, nach der die Engländer die französischen Ingenieure im Eisenbahnbaue unterwiesen, obwohl kein Zweifel darüber herrscht, dass die letzteren in der theoretischen Ausbildung damals und noch heute den Engländern weit überlegen waren. Obwohl nun bezüglich des Eisenbahnbaues die Fachmänner aller Länder den Weg zur Quelle genau kannten, schlugen sie denselben doch nicht ein, sondern die Franzosen lehrten die Italiener und die Deutschen, und diese die Ungarn die Kunst des Bahnbaues. Mit der Arzneikunst verhält es sich ähnlich. Europa sendet zwar im Falle des Ausbruches von Epidemien in Asien seine Aerzte dahin, um die Seuche kennen zu lernen, nicht aber um die Kranken zu heilen, weil das unmöglich wäre.

Wie sollen demnach fremde Experten, die noch keinen ähnlichen Fall vor sich hatten, die Krankheit der Theiss kuriren, zumal der Zustand der Theiss von dem anderer Flüsse grundverschieden, nur im Lande selbst studirt werden kann? Die Fachmänner werden sonach zwar eine Menge unbekannter Erscheinungen wahrnehmen und an Erfahrungen reicher zurückkehren, aber sie werden — „nichts rathen oder vorschlagen, was wir nicht schon gewusst hätten“.

des Flusses die des Thales um nahezu das Dreifache übersteigt. Da das Gefälle bei fast gleichen Querschnitten um die Hälfte gegen jenes zwischen Tisza-Ujlak und Námény differirte, und das Theissbett trotzdem noch das ganze Wasser der Szamos aufzunehmen gezwungen war, so schien die Verbesserung der Stromverhältnisse ohne Durchstiche unmöglich. Paleocapa war jedoch der Ansicht, dass durch die Ausführung der oberhalb Tokaj geplanten Durchstiche in Bezug auf das Gefälle nur wenig gewonnen wäre, während durch seine 15 an den schlimmsten Flussabschnitten unterhalb Tokaj auszuführenden Durchstiche nicht nur die Wassermengen der Nebenflüsse sicherer abfliessen, sondern auch die Dämme leichter herzustellen sein würden. Paleocapa hatte dabei das Interesse der Parteien insofern im Auge, als er denselben nicht Lasten aufbürden wollte, von denen er keinen unmittelbaren Nutzen erwartete, daher er die Ausführung der weiteren Durchstiche einer späteren Zeit anheimstellte.

Die Theiss-Regulirung wurde von aller Welt darum als verfehlt erklärt, weil oberhalb Tokaj Durchstiche gegraben und dadurch das Wasser von der oberen Theiss nach dem Alföld geleitet worden sei. Herrich bezweifelt jedoch einen solchen Einfluss der ausgeführten Durchstiche, da das gewonnene Gefälle nur 4'' (9^{mm}) betrage und die Bezeichnung „obere Theiss“ vom hydrotechnischen Gesichtspuncte unzulässig sei.

Wenn Paleocapa bezüglich der Unzulässigkeit der oberen Durchstiche gefehlt habe, so sei dies nur durch den Mangel an Orientirung, die Kürze der Beobachtungszeit und die Grösse der Aufgabe überhaupt zu entschuldigen. Da für die Beantwortung derartiger Fragen, bei einem so riesigen Materiale, die genialsten Köpfe Zeit und Ueberlegung fordern, so könne — schliesst Herrich — von den Ausländern nur dann ein richtiges Gutachten erwartet werden, wenn ihnen Gelegenheit geboten würde, an Ort und Stelle längere Zeit Studien zu machen und die Verhältnisse kennen zu lernen.

5. Der Einfluss der Expertise auf das Regulierungswerk.

Das Parere der Fachleute rief nicht nur bei den Interessenten, sondern auch bei der Mehrheit der damals massgebenden Fachkreise Befremden hervor. Paul Vásárhelyi galt von nun an als der Apostel der Durchstiche, Paleocapa als jener des Dammsystems*).

Széchenyi betrachtete von nun an Paleocapa's Gutachten als massgebend, das auch vom Statthaltereirathe genehmigt und in der Sitzung der Theissthal-Gesellschaft vom 21. März 1847 als „gebilligt“ proclamirt wurde.

Sofort begann die lange Reihe von heftigen Reclamationen und Forderungen. Die Interessenten oberhalb Tokaj, welche verhindert sein sollten, ihre versumpften Grundflächen durch Durchstiche zu entwässern, erhoben zuerst ihre Stimme. Jene der Bácska beklagten sich ihrerseits wieder darüber, dass sie wegen der Torontaler Interessenten — denen es beliebte ihre Dämme nahe an die Theiss-Ufer zu rücken — von ihrem ohnehin geringen Inundations-Terrain noch 400 Joch (230 Hectaren) überlassen sollten. Infolge dieser Reclamationen erliess der Central-Ausschuss jene denkwürdige Kundgebung, in welcher er das höheren Ortes

*) Graf Széchenyi brachte Paleocapa mit Lamm in der Absicht zusammen, den Letzteren zu besserer Einsicht zu bekehren. Paleocapa erklärte jedoch nach einer kurzen Controverse mit Lamm, dass er nicht weiter geneigt sei, mit phantastischen Projectanten zu verkehren.

genehmigte Operat als ein solches erklärt, welches bezüglich der Principien der Regulirung die vollständige Instruction gibt, die durch Detailpläne ergänzt werden wird. Den Provinzial-Gesellschaften wird darin nahe gelegt, dass, falls wichtige Local-Interessen noch mehr Durchstiche nothwendig machen sollten, die bezüglichlichen Wünsche in reifliche Erwägung gezogen werden würden.

In welcher Weise der Central-Ausschuss die Pläne Vásárhelyi's und Paleocapa's auffasste, das wird noch besser illustriert durch den Bericht an die General-Versammlung:

„Der Central-Ausschuss hat die Ueberzeugung gewonnen, dass eine philosophische Auffassung der Angelegenheit eher geeignet ist, vor Missgriffen zu schützen, als technische Gewandtheit. Es ist ihm klar, dass eine correcte Reihenfolge der zu erreichenden Ziele zugleich das System und die Reihenfolge der Arbeiten bestimmt. Es wäre doch thöricht, an Bewässerungs-Anlagen zu denken, so lange die Wiesen ohnedem unter Wasser stehen, oder von Schifffahrt und Canälen, so lange der Strom ungezügelt nach allen Richtungen sich ergiessen kann. Es handelt sich zunächst darum, das Hauptinteresse der Grundbesitzer des Theissthal's zu kennen und das zuerst Nothwendige vorzukehren. Durch welche Massnahmen kann ein Gebiet von 200 Quadratmeilen von den Verheerungen des Hochwassers geschützt werden? Da die Wissenschaft die Anwendung der Durchstiche und die Technik die Canalisation als alleiniges Auskunftsmittel verwirft, so bleiben nur die Dämme in Combination mit den Durchstichen. Die Trockenlegung dieses ungeheueren Inundations-Gebietes kann am einfachsten, sichersten und wohlfeilsten nur durch die Dämme geschehen; diese sind das Alpha der Regulirung. Die Interessenten mögen jedoch nicht glauben, dass dieses Princip von dem einen oder anderen Projectanten stricte aufgestellt worden wäre, vielmehr haben sie, wo es nöthig, die gleichzeitige Anwendung von Dämmen und Durchstichen vorgeschlagen. Paleocapa und Vásárhelyi empfahlen das gleiche technische Schutzmittel, nur mit dem Unterschiede, dass Letzterer auf den Erfolg der Durchstiche, Ersterer auf den der Dämme das Hauptgewicht legt, und die Ausführung von Durchstichen der Zeit anheimstellt, zu welcher der in feste Dämme gezwängte Strom bezüglich der Anlags-punkte selbst den sicheren Fingerzeig bieten wird.“

Der Central-Ausschuss der Theissthal-Gesellschaft, als der Hauptfactor der Interessenten, war sonach vollständig orientirt und nicht im Geringsten darüber schwankend, was er zu thun oder wozu er sich zu entschliessen hatte. Nachdem aber oberhalb Tokaj bereits vor dem Jahre 1846 die Durchstichsarbeiten begonnen hatten, so konnte von einer stricthen Annahme der Vorschläge Paleocapa's nicht mehr die Rede sein. Die Hauptschwierigkeit der Aufgabe bestand demnach nicht in der Wahl der technischen Mittel, sondern in der Durchführung selbst.

6. Ueber das bei der Geschäftsgebarung angewendete System.

Wer erwägt, welche Rechte vor dem Jahre 1848 einzelne Grundbesitzer, Städte und Comitete inne hatten, und dabei den gänzlichen Mangel an Wasser- und Expropriations-Gesetzen bedenkt, der wird die Schwierigkeiten der Einleitung und Durchführung eines solchen Unternehmens leicht ermessen können. Széchenyi äusserte sich über diese Missstände noch vor Beginn der Arbeiten in einer Publication, wie folgt:

„Der gesellschaftliche Directions-Apparat entbehrt der Regelung, der Einheitlichkeit, welche nur vorhanden sein könnte, wenn der Central-Ausschuss eine ständig wirkende, allezeit versammelte Körperschaft, und die Executive in einer Hand vereinigt wäre. Die Legislative muss schon aus dem Grunde auf diese Regelung ihr Augenmerk richten, um zu beurtheilen, ob das Administrations-System der Gesellschaft ein solches sei, welches auch das Gemeininteresse zu beruhigen geeignet ist. Im anderen Falle müssten, da die Gesellschaft durch die Legislative factisch unterstützt sein will, die Garantien geboten werden, unter denen das Land den Zwecken der Gesellschaft seinen Beistand leisten könnte, ohne die Verwaltung unmittelbar selbst zu übernehmen *).“

Die 1840er Legislative bahnte den Weg zur Entstehung der Theissthal-Gesellschaft, deren bisherige Thätigkeit jedoch deutlich beweist, dass eine solche Körperschaft ohne Hilfe und Intervention des Staates noch nicht über alle Garantien des Bestandes und Erfolges verfügt. Die in den Jahren 1842 und 1844 thätigen Landesausschüsse haben jedoch hinsichtlich der Stromregulirung eine Landesverwaltung empfohlen, welche die Einmischung der einzelnen Interessenten vollständig ausschliesst. Der jetzige Reichstag wird nun zwischen diesen beiden Systemen, welche ihre Vor- und Nachteile haben, wählen müssen.

Im Falle die Stromregulirung vom Lande verwaltet wird, findet dasselbe:

1. in dem Principe der Verantwortlichkeit genügende Garantie für die Wirksamkeit der Executive und kann, sofern die ganze Macht in seiner Hand liegt, das Regulierungswerk so leiten, d. h. die Investitionen an solchen Puncten vornehmen, wo es das Staatsinteresse am dringendsten erheischt;

2. können die localen und Privatinteressen nicht lähmend oder hindernd auf die Durchführung und Entwicklung einwirken; endlich wird

3. in der Reihenfolge der Arbeiten das allgemeine Interesse im Vordergrund stehen und die Priorität haben.

Im anderen Falle könnte:

1. die Landesverwaltung nur durch einen kostspieligen Beamten-Apparat die Aufsicht einer Unternehmung gegenüber ausüben, welche keine industriellen und speculativen Zwecke verfolgt;

2. würde, so lange der Staat alle Sorge der Interessen-Entwicklung trägt, der Eifer der einzelnen unfreiwilligen Theilhaber schlummern;

3. würden viele Agenden der Stromregulirung, die für den Staat von untergeordneter Wichtigkeit sind, diesem zur Last fallen und die Nation sich daran gewöhnen, allezeit die Kraft des Staates in Anspruch zu nehmen. Dadurch würden die Obliegenheiten desselben derart anwachsen und die Arbeiten dermassen erschwert, dass über der Sorge für die Details die wichtigeren Interessen des Staates Abbruch erleiden könnten.

Bei den eigenartigen Verhältnissen, welche in Ungarn derzeit bestehen, wäre die Verbindung beider Systeme das correcteste,

*) Der Erfolg derartiger Unternehmungen hängt lediglich von der correcten Regelung der Executive und Verwaltung ab. Der Staat kann Unternehmungen durch Credit und Bürgschaft nur dann unterstützen, wenn er sich durch fortwährende Ueberwachung derselben die Garantie verschafft, dass die Verwaltung der Gesellschaft sowohl Einzelnen als der Allgemeinheit zum Nutzen gereicht, und dass etwa aus dem Interessen-Conflict entstehende Complicationen keine schädlichen Folgen für das Gemeinwohl nach sich ziehen.

wobei jedoch die Vortheile beider behalten und die Nachteile vermindert werden müssten. Das Recht des Staates müsse entschieden gewahrt sein, ohne dessen Wissen dürfe nichts geschehen, sein directer Einfluss auf die Angelegenheiten der Gesellschaften müsste so oft platzgreifen, als es die unabweisliche Nothwendigkeit erheischt.

Das freie Wirken der Gesellschaft würde hierdurch nicht nur nicht beschränkt, sondern die unterstützende Macht des Staates könnte dem gesellschaftlichen Wirken vielmehr das gebührende Ansehen und Festigkeit verleihen. Es muss eine Macht vorhanden sein, welche dazwischen tritt, sobald zweckwidrige Anordnungen die eigenen und öffentlichen Interessen schädigen oder der Zerfall der Gesellschaft drohen sollte.

Nachdem das Land bezüglich einzelner gesellschaftlicher Angelegenheiten, wie z. B. die Feststellung der Pläne und die Verwaltung der Anlehensgelder, sich ohnehin das Recht der definitiven Verfügung vorbehält, so liegt kein Grund dafür vor, dass es sich nicht, im Falle es das staatliche Interesse unbedingt erheischt, auch das Recht wahren sollte, auf die Gebahrung der Gesellschaft entscheidenden Einfluss zu nehmen.

Allerdings stösst die Durchführung dieser Theorien in der Praxis auf mannigfache Schwierigkeiten.

Wo — fragt es sich — liegt die Grenze, bei welcher der Leiter der öffentlichen Arbeiten seinen beschränkenden Einfluss auf die Angelegenheiten der Gesellschaft geltend machen soll? — Da es weder möglich noch zweckmässig wäre, die einzelnen Fälle zu bestimmen, so müsste ein Richter aufgestellt sein, welcher die Nothwendigkeit der Einmischung zu bestimmen hätte. Demzufolge muss die Verantwortlichkeit des Ministers die Bürgschaft dafür bieten, dass keine ungerechtfertigten Einmischungen stattfinden.

Dieses Verhältniss bestand auch bisher. In Folge gegenseitiger Respectirung der Rechte wurde auch jede Collision und Rivalität vermieden.

Nach dem Ausspruche Herrich's soll das absolute Regime für die Theiss-Regulirung die segensreichste Periode und in zweifacher Richtung von Nutzen gewesen sein.

1. Hatte es sich der Angelegenheit in vollem Maasse bemächtigt, die Agenden classificirt und ausgesprochen, dass die auf Verbesserung des Strombettes bezüglichen Arbeiten nicht die Aufgabe Einzelner sein können, sondern dass dieselben der Staat zu bewerkstelligen habe;

2. hatten die hervorragenden Patrioten des Landes keine Gelegenheit, sich mit öffentlichen Angelegenheiten zu beschäftigen, sondern konnten sich ganz der Durchführung dieses Unternehmens widmen *).

Széchenyi konnte selbst mit dem Nimbus seines Namens nicht die Hindernisse besiegen, welche zwischen dem Central-

*) Aus diesem Umstande sowohl, wie aus der stets wachsenden höheren Controle folgert der Vortragende die Unmöglichkeit der Existenz consequenter grober Verstösse, deren das Theiss-Regulierungswerk beschuldigt wird. Jedermann war vielmehr auf seinem Posten, Jedermann wusste, was zu geschehen habe und wusste besonders, was in seinem Interesse liege, das er vertheidigte; leider oft gegen den Willen der Fachorgane selbst. Unter der absolutistischen Regierung durfte Niemand einen Plan, selbst nicht über die geringste Durchstich- oder Damm-Arbeit, einreichen, bevor nicht die Interessenten schriftlich ihre Aeusserrung darüber abgegeben hatten. Von dem einmal durchberathenen und beschlossenen Programme durfte nur dann abgegangen werden, wenn es die erwähnten Controloren oder die Interessenten forderten, und die Abweichungen höheren Ortes gutgeheissen wurden.

Ausschüsse und den Interessenten bestanden und jedes einträchtige Wirken unmöglich machten. Er und Vásárhelyi machten in dieser Richtung seinerzeit schon bittere Erfahrungen. Letzterer, heftig angegriffen, starb, nachdem er sein System zum Falle gebracht sah, aus Kränkung.

Nach solchen Antecedentien mussten nicht nur zu Anfang der fünfziger Jahre, sondern auch später alle Dispositionen reiflich erwogen werden. Die Central-Commission musste bei dem Umstande, als sämtliche Interessenten nichts Anderes als die Regulierung im Sinne hatten und allen Wechselfällen dieses Werkes mit Aufmerksamkeit und Eifersucht folgten, ihre Verfügungen überaus vorsichtig und systematisch beginnen.

Auf Grund dieser thatsächlich bestandenen Verhältnisse weist Ministerialrath Herrich die Beschwerden zurück, welche nach 32 Jahren über Principienlosigkeit im Allgemeinen und Verstöße, gegenüber einzelnen Interessenten, im Besonderen erhoben werden.

7. Die hydrographischen Verhältnisse des Theissthalens.

Die Theiss beginnt bekanntlich in der Marmaros ihren Lauf mit einem sehr starken Gefälle, das sich bei Tisza-Ujlak plötzlich bricht und in der Strecke bis Namény kaum noch einen Zoll auf 100° (1:7200) beträgt. Die weiter abwärts gelegenen Flussstrecken haben auf 100° (190^m) Länge folgende Gefälle:

Zwischen Namény - Csap . . .	3.68	Linien oder	0.040‰
" Csap-Tokaj . . .	4.50	" "	0.052 "
" Tokaj-Szolnok . . .	2.45	" "	0.026 "
" Szolnok-Szegedin . . .	1.75	" "	0.019 "
" Szegedin-Titel . . .	1.50	" "	0.017 "

Die Länge des Thales und Flusses beträgt rund:

Zwischen	Thallänge		Flusslänge	
	Meilen	Kilometer	Meilen	Kilometer
Tisza-Ujlak und Namény	5.5	42	11.5	87
Namény - Csap	4.5	34	10.5	80
Csap-Tokaj	9.5	72	22.5	170
Tokaj-Füred	10.5	80	23.5	178
Füred-Szolnok	9.5	72	24.5	186
Szolnok-Szegedin	15.0	114	31.7	240
Szegedin und der Donau	17.5	133	33.3	252
Zusammen	72.0	547	157.5*	1193

Die übrigen Dimensionen betragen:

In der Flussstrecke	Breite		Tiefe		Benetzter Querschnitt	
	Klafter	Meter	Fuss	Meter	Quadrat-Fuss	Quadrat-Meter
Tisza-Ujlak - Namény	61	116	29.0	9.2	8400	840
Namény - Tokaj	66	125	36.0	11.4	9300	930
Tokaj - Kesznyéten	80	152	37.5	12.0	12400	1240
Kesznyéten - Csongrad	87	165	33.0	10.4	13600	1360
Csongrad - Szegedin	97	184	36.3	11.5	14600	1460
Szegedin - Titel	114	216	36.0	11.4	16200	1620

*) Nach Pasetti's „Darstellung des Theiss-Regulierungs-Unternehmens“ betrug die Länge der Theiss von Tisza-Ujlak bis zur Donau im Jahre 1846, nach dem Laufe des Flusses gemessen, 159 Meilen (1206^{km}), während das Thal, das sie durchströmte, nur beiläufig 79 Meilen (600^{km}) lang ist. Das Gefälle dieser Flussstrecke beläuft sich auf 139 Wiener Fuss (circa 44^m), also im Durchschnitte 3^{1/2} auf 100° (1:27650 oder 0.037‰).

D. Rf.

Die Wasserabflussmengen betragen:

Zwischen Ujlak-Namény	1280 ^{km}	per Secunde
(Das Wasser der Számos)	1125	" " "
Zwischen Namény-Tokaj	2400	" " "
" Tokaj-Kesznyéten	3280	" " "
" Kesznyéten-Csongrad	3400	" " "
" Csongrad-Szegedin	3656	" " "
" Szegedin und der Donau	3970	"*) " "

Das Inundationsgebiet umfasst:

In den Comitaten:

Ung und Beregh . . .	28.0	□Meilen =	1611	□km
Szatmár	34.3	" =	1974	"
Ung, Zemplin und Szabolcs	63.4	" =	3648	"
Heves	22.6	" =	1300	"
Borsod, Pest, Kumanien	14.6	" =	740	"
Csongrad	13.4	" =	771	"
Bács	2.6	" =	149	"
Torontál	24.5	" =	1410	"
Csajkister District . . .	4.3	" =	247	"

Zusammen 207.7 □Meilen oder 11.950 □km

Aus diesen Daten combinirt der Herr Ministerialrath, dass der Sitz des Uebels auf den oberen Linien des Flusses liege. Bei geringem Gefälle und bei schlechtem Querschnitte betrage das Inundations-Gebiet daselbst beinahe 150 Quadratmeilen. Der Fluss sei bei Tokaj nicht mehr im Stande, 47.000 Kubikfuss (1470^{km}) Wasser zu fassen, während bei Szegedin, laut älteren Berechnungen, mehr als 75.000 Kubikfuss (2340^{km}) ausserhalb des Bettes Abfluss suchen. Von einer oberen Theiss könne man somit nicht sprechen.

Die Theiss hat auf ihrer oberen Linie ein geringeres Gefälle als der Po vor seiner Mündung in's Meer. Bei T.-Becse sei ihr Gefälle 7mal geringer als das des Po und 22—25mal kleiner als das des Rhein. In diesen Thatsachen will Herrich den Erklärungsgrund dafür finden, warum Vásárhelyi, Paleocapa,

*) Hier hätten wir eine ausführlichere Behandlung des Gegenstandes schon aus dem Grunde gewünscht, weil dem, der Sache fernstehenden, Fachmänner ohne Kenntniss der angewendeten Instrumente und ohne Präcisirung der Messungsmethode jede Möglichkeit genommen ist, über die Vertrauenswürdigkeit der erlangten Resultate ein Urtheil zu fällen. Wenn wir ausser den allgemeinen technischen Schwierigkeiten, die sich der Messung grösserer Wasserquantitäten überall entgegenstellen, noch die localen Umstände in Betracht ziehen, indem nämlich die meisten ausserordentlichen Hochwässer Dammbüche veranlassten, somit gerade die Bestimmung der Maximal-Wassermengen illusorisch machten, so erwachen bei uns gegründete Zweifel bezüglich der Richtigkeit der obigen Ziffern. Dieselben können sich sonach nur auf die möglicherweise abfliessenden Hochwassermengen beziehen.

Halten wir diesen Daten eine von anderer Seite, auf meteorologische Beobachtungen gestützte indirecte Berechnung entgegen („Wochenschrift des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines“ 1879, Nr. 25), so folgt daraus, dass im ganzen Theissgebiete per Secunde überhaupt nur 3490^{km} meteorische Niederschläge zur Erde fallen, von denen im günstigsten Falle in den Wintermonaten 1206, im Frühjahr 1141, im Sommer 903 und im Herbste 1264^{km} per Secunde zum Abflusse gelangen. Die Richtigkeit und Zulässigkeit dieser Berechnungsweise erfuhr bis dato nicht nur keinen Widerspruch, sondern erhielt vielmehr durch die Reproduction der angezogenen Abhandlung in der „Meteorologischen Zeitschrift“ vom Jahre 1879, Seite 329—333, die specielle fachmännische Sanction.

D. Rf.

Francesconi und Lombardini*) zuweilen so seltsame Dinge sprachen und unentschieden waren, wo die klare und entschiedene Beantwortung gleichsam gefordert werden durfte.

8. Die historische Entwicklung des Theiss-Regulierungs-Unternehmens.

Die Theissthal-Gesellschaften constituirten sich im Jahre 1846 als untheilbare Körperschaften.

Sie wurden repräsentirt:

- a) durch die General-Versammlung:
- b) durch den Central-Ausschuss und
- c) durch den Regional-Ausschuss, bestehend aus zehn Mitgliedern.

Die Arbeiten begannen mit der Ausführung von Durchstichen und Dämmen. Die 1848er Revolution rief insofern einen Wechsel in dem Regulierungswerke hervor, als das Bach'sche System die sonst zur Unthätigkeit verurtheilten besten intellectuellen Kräfte dem Theiss-Unternehmen zuführte. Der anfangs für die Regulirung eröffnete Fond war nur gering; um so grösser aber war das geistige Capital jener Männer, welche nach unten die Interessenten zu den möglichst grössten Opfern aufforderten, und nach oben die Eröffnung aller möglichen Quellen urgirten und auch durchsetzten.

In den fünfziger Jahren stand an der Spitze der Theiss-Regulirung ein königlicher Commissär, ein Rechtsconsulent und ein Ober-Ingenieur. Die älteren Statuten wurden beseitigt und neue, welche der Praxis besser entsprachen, an deren Stelle gesetzt.

Die ersten Jahre vergingen mit Bekämpfung mannigfacher Schwierigkeiten. Im Jahre 1853 trat im Monate Jänner Hochwasser ein, welches bis zum August dauerte und jenem vom Jahre 1830 gleichkam. 1855 trat abermals Hochfluth ein, welche das bis dahin massgebende Niveau vom Jahre 1830 an allen Punkten um mehrere Fuss überstieg und sämtliche Schutzwerke vernichtete. Diese Hochwässer konnten jedoch nicht dem kaum begonnenen Regulierungswerke zugeschrieben werden, denn es gab damals noch keine geschützten Buchten, und die Durchstiche präsentirten sich als unbedeutende Gräben. Durch die Rundreise Sr. Majestät wurde das Regulierungswerk mächtig gefördert, die jährliche Dotation wurde von fl. 100.000 auf 400.000 erhöht.

Herrich erstattete damals den Interessenten über diese Katastrophe Bericht und schlug vor, die letzten Hochwasserstände als massgebend zu betrachten. Der Vorschlag scheiterte jedoch an der Kostenfrage, und die Arbeiten nahmen genau nach den Directiven Vásárhelyi's und Paleocapa's ihren Fortgang.

*) Mit dem italienischen Hydrotekten Lombardini pflog Herrich an der Hand der Pläne im Jahre 1855 in Mailand Rücksprache. Dieser Gelehrte soll sich, nachdem er drei Tage die Frage studirt, ganz entschieden geäußert haben, dass er es in Anbetracht der Unkenntnis, welche bezüglich der hydrographischen Verhältnisse Ungarns bestehe, nicht wagen würde, einen Fluss mit so ungeheuerem Inundations-Gebiet ohne vorhergegangene gründliche wissenschaftliche Forschungen einzudämmen. Er soll sich die Gegend zwischen Csap und Tokaj zum Schauplatz der Studien ausersehen haben, weil er diese Linie für die kränkste erkannt hatte. Er soll zunächst die Aufnahme des Volumens dieses 30 Quadratmeilen umfassenden Territoriums gewünscht, und die Aufstellung von Wassermessern gefordert haben. Herrich fand, dass für eine solche Operation ein zu grosser Apparat nothwendig sei, welcher mindestens 10 Jahre thätig sein müsste, und erhoffte, obwohl er die Richtigkeit dieses wissenschaftlichen Gutachtens anerkennt, aus den Lombardini'schen Vorschlägen kein praktisches Resultat.

Die von dem Ersteren vorgeschlagenen Durchstiche wurden, wenn auch nicht in der beantragten Reihenfolge, so doch nach dem Grade der Kürzung von oben nach unten gradatim in der Weise in Angriff genommen, dass die Proportion der Kürzung auf den unteren Linien überall grösser war, als auf den sogenannten oberen Linien. Die Dämme wurden fern von den Ufern des Stromes, bei den selbständigen Buchtungen unten wie oben in Angriff genommen, und zwar dort zuerst, wo im Vergleiche zur Arbeit das grösste Inundations-Gebiet geschützt werden konnte.

Zwischen den Dämmen wurde das Inundations-Gebiet überall so, wie Paleocapa es gewünscht, belassen; eine Abweichung fand auf der oberen Linie nur an zwei oder drei Punkten statt, wo Sandberge oder hochgelegene Ortschaften es nöthig machten. Auch an diesen Punkten beträgt die Distanz zwischen den beiden Dämmen 280—320° (530—600^m); im Uebrigen aber wird das Inundations-Gebiet auf der oberen Linie auf eine Distanz von minimo 320—1600° (600—3000^m) eingehalten; an den meisten Punkten beträgt dieselbe 5—600° (945—1134^m). Die meisten Dammbrüche kamen aber gerade in dem Beregher Comitete, in der Bodrogeköz und im oberen Theile des Szabolcser Comitates vor, und zwar dort, wo das Inundations-Gebiet mehr als 1000° (1900^m) betrug, und wo die vielen Durchstiche fast ausnahmslos gelungen waren.

In Folge der unausgesetzten oberen Dammbrüche erbat 1858 Paul Sennyey und Graf Lonyay vom Ministerium eine Ueberprüfung der anscheinend gänzlich verfehlten oberen Regulirung. Das Resultat der von Pasetti vorgenommenen Untersuchung bestand darin, dass für die Ausbildung der oberen und unteren Durchstiche während vier Jahren fl. 2,000.000 votirt wurden. Dieser Credit führte jedoch ein Missverhältniss zwischen den Damm- und Einschnittsarbeiten herbei, indem die ersteren die letzteren überflügeln und weiters auch im unteren Flusslaufe wegen des härteren Bodens die Ausbildung der Durchstiche schwieriger war als im oberen.

Als im Jahre 1860 das Hochwasser wieder 20% des bisher geretteten Terrains bedeckte, wurde die Erbitterung immer allgemeiner. Die Ausfälle und Vorwürfe waren aber insofern unbegründet, als nach der Ausführung von Dammbauten das Hochwasser nothwendigerweise steigen musste. Paleocapa und alle Fachleute hatten diese Consequenz vorhergesagt. Der Umstand, dass in der Pusta lange Dammstrecken unbewacht standen oder von ungeübter Bevölkerung vertheidigt wurden, trug indess viel zur Ausdehnung der Calamität bei.

Im Jahre 1866 wurde die Inspection aufgelassen und statt derselben ein königl. Commissariat errichtet, das jedoch seine Thätigkeit kaum begonnen hatte, als für Ungarn die glücklichen Tage anbrachen, in denen es seine Verfassung und sein unabhängiges Ministerium wieder erlangte. Für das Regulierungs-Unternehmen war dieser Wechselfall jedoch deshalb ein Unglück, weil seine Hauptkämpfer und Sachwalter grössere und edlere Bestimmungen erhielten.

Vom Beginn des parlamentarischen Regimes bis zum Jahre 1876 war das Unternehmen gänzlich in den Hintergrund gedrängt worden. Man belass zwar das königl. Commissariat, factisch wurde jedoch die Leitung der Arbeiten und die Ordnung der gesellschaftlichen Verhältnisse in die Wasserbau-Abtheilung des Communications-Ministeriums eingereiht. Die Verantwortlichkeit war nicht mehr in einer Hand! Die Auto-

nomie der Gesellschaften wurde zuerst stillschweigend, später jedoch im Sinne des 39. Gesetzesartikels vom Jahre 1871 gesetzlich sanctionirt, so dass der Staat in die Geschäfte derselben nur dann Einsicht nehmen konnte, wenn die gesellschaftliche Gebahrung in's Stocken gerieth, oder wenn fehlerhaft vorgegangen wurde. Die Theiss-Regulirung erhielt demnach, sowohl nach Aussen als nach Innen gänzlich neue Factoren *).

Hinsichtlich des Ingenieur-Personals war die Epoche vor dem Jahre 1867 das goldene Zeitalter, da 25 bis 27 Personen ständig beschäftigt waren. Die Niederwasserstände wurden von Tisza-Ujlak bis zur Donau zweimal täglich notirt und die Hochwässer vom Jahre 1853 und 1855 aufgenommen; ausserdem nach jedem Hochwasser die Veränderungen in den Durchstichen beobachtet und verzeichnet.

Seit jener Zeit ward das Personal auf fünf Beamte herabgesetzt, die indess bald aus dem Grunde überflüssig schienen, weil sich vom Jahre 1860 bis 1876 die Theiss lammfromm verhielt und die Regulirungs-Aufgabe vollendet schien. Die Regierung war ihrerseits durch die Eisenbahnen vollauf in Anspruch genommen und die unmittelbar Interessirten verhielten sich, seit sie die ausschliesslichen Herren und Gebieter der Gesellschaften geworden, wo möglich noch gleichgiltiger!

Das 1876er Hochwasser fand die Gesellschaften ganz unvorbereitet! Die Ueberschwemmung war die grösste, welche vordem beobachtet worden war; der Wasserstand überschritt überall in gleicher Höhe jenen vom Jahre 1855 und überdeckte 5% des geschützten Territoriums. Dieses Ereigniss hatte zur Folge, dass die Frage der Theiss-Regulirung wieder in den Vordergrund trat.

Die Interessenten versammelten sich Ende 1876 auf's neue und beschlossen, dass in Folge der Interessen-Identität die Einheit der ganzen Theissthal-Gesellschaft ausgesprochen und erbeten werde. In dieser Versammlung betonten die Gesellschaften der mittleren und besonders der unteren Theiss, dass der bisher verfolgte Plan mangelhaft, und dass ihre Territorien durch die rasch von oben herabkommenden Wassermassen gefährdet seien. Sie waren bemüht diese Behauptung durch fachliche Argumente zu unterstützen.

In Folge dieser Reclamationen wurden zwei Commissionen ernannt, wovon der einen die Aufgabe zufiel, die alten Statuten dem Geiste und den Postulaten der in der Zwischenzeit in's Leben getretenen Wassergesetze gemäss anzupassen während die andere die Finanzfrage zu erledigen hatte. Leider verging ein ganzes Jahr, ohne dass etwas Erspriessliches geschehen wäre, weshalb die Regierung sich veranlasst sah, die Angelegenheit energisch in die Hand zu nehmen. Der königl. Rath Friedrich Boros wurde zum Fachmann der Theissthal-Commission ernannt, mit der Weisung, sich ganz dem Unternehmen zu widmen. Die Bauten (die kostspieligen Durchstiche) an der unteren Theiss wurden in

*) Mehrere Sections-Ingenieur-Aemter wurden aufgelöst. Es waren für das ganze Theissthal in letzterer Zeit nur drei Ingenieure und eben so viele Assistenten thätig. Herrich erklärt es für einen groben Fehler, dass schon vom Anbeginne der kleine Ingenieur-Apparat der colossalen Aufgabe und der Arbeitsanhäufung nicht gewachsen war. Das geringe Personale reichte kaum zur Controle der Arbeiten, der Revision der Pläne und Ueberschläge, noch weniger zur Bewältigung der Correspondenz hin. Der Beamte konnte nur alle Vierteljahre (!) die Oberaufsicht am Bauplatze ausüben und hatte noch ausserdem zur Zeit der Gefahr Hilfe zu leisten. Wissenschaftliche Beobachtungen waren ganz unmöglich.

drei Theile getheilt und seitens der Regierung auch zum grössten Theile durchgeführt. (?)

Das Jahr 1878 verstrich wieder ohne die geringsten Massnahmen von Seite der Gesellschaften. Die Regierung verwendete abermals eine Million Gulden zur Fortsetzung der Arbeiten. Da kam das Jahr 1879 und brachte alle Calamitäten, vor denen die Theissthal-Bewohner seit dem Jahre 1852 gezittert hatten.

Ministerialrath Herrich bittet alle Thatsachen genau zu erwägen: Während eines fast zwölfjährigen Traumes traten zwei epochale Hochwässer ein, welche alle Linien beschädigten. Ehe noch die verursachten Schäden reparirt waren, ereignete sich ein drittes, das die beiden Vorgänger an Intensität überbot. „Kann es unter solchen Verhältnissen den Fachmann überraschen, wenn die Ueberschwemmung derartige Dimensionen annahm, und das eintrat, was unbedingt, ja unabwendbar eintreten musste *)?“
(Fortsetzung folgt.)

Untersuchungen über das Gleichgewicht des elastischen Stabes.

Von **Dr. L. Pochhammer**,

ord. Professor der Mathematik an der Universität Kiel.

Kiel 1879. Universitäts-Buchhandlung (Paul Toeche).

In diesem Buche wird nach streng analytischer Methode das Gleichgewicht von stabförmig gebildeten, nach jeder Richtung gleiche Elasticität besitzenden Körpern gründlich untersucht. Der Verfasser entwickelt zunächst in der Einleitung die allgemeine Grundlage für diese Untersuchungen, indem die bekannten Differential-Verhältnisse für die Dehnungen und Gleitungen oder specifischen Verschiebungen, der kubischen Dilatation und Aenderung der Dichte, ferner die Gleichgewichts-Bedingungen für einen Punkt im Innern eines elastischen Körpers im Allgemeinen, die Bedingungen für die Oberfläche und die Differential-Gleichungen für die inneren Spannungskräfte und jene specifischen Verschiebungen für das homogene und isotrope Medium überhaupt in Kürze, aber in sehr präziser Weise reproducirt werden. Der Verfasser bedient sich hierbei in sehr glücklicher Wahl der sprechenden Beziehung der Kraftcomponenten nach Kirchhoff. Auch das Spannungs-Ellipsoid und die zugehörigen Richtungsflächen finden ihre Erwähnung, ohne dass auf die Entwicklung ihrer Gleichungen und der daraus hervorgehenden Spannungsgesetze eingegangen wird, da eben die Einleitung auf die Aufstellung der im weiter folgenden notwendigen Differential-Gleichungen beschränkt bleibt. Sehr schätzenswerth erscheinen die Bemerkungen über die sechs Constanten, die in den endlichen, in Folge der Einwirkung der Belastungskräfte entstehenden Verschiebungsgrössen ξ , η und ζ vorkommen und willkürlich bleiben, weil sie sich eben nicht auf eine factische Formänderung oder Deformation des Körpers, sondern nur auf dessen fortschreitende und drehende Bewegung im Raume, während derselbe als starr gedacht wird, beziehen und daher bei späteren allgemeinen Entwicklungen und dort vorkommenden Integrationen hinweggelassen werden können, ohne der Allgemeinheit Eintrag zu thun.

*) Um die Grösse des durch die letzte Katastrophe verursachten Schadens in das richtige Licht zu stellen, führt Herrich einige Ueberschwemmungen der Loire und Rhone an, welche in Frankreich eintraten, wo es aber Niemandem in den Sinn kam, weder das Flussregulirungs-System noch die französischen Ingenieure anzuklagen. Gegen das System begangene Fehler hätten nicht ungestraft bleiben können, sie hätten sich bei jeder Gelegenheit gezeigt. Nicht die Systemlosigkeit, sondern die aussergewöhnliche Witterung verschuldete das Unglück. „Wäre nach solchen Antecedentien nicht Szegedin zu Grunde gegangen, wir dürften diese Arbeit, dieses System durch ein Jubelfest feiern, besonders, wenn wir in Betracht ziehen, dass die Gesellschaften seit 1867 sich selbst überlassen waren, und insoferne, als bei jenen, welche Ordnung gehalten hatten, auch nicht der geringste Schaden entstand.“ (Herrich.)

Die Annahme, dass die Formänderungen oder Deformationen klein bleiben, wird ausser der schon oben erwähnten Isotropie des Materiales, auch hier überall vorausgesetzt und ist also bei Gebrauchsnahme der entwickelten Gleichungen stets im Auge zu behalten. Die in die Ausdrücke für die inneren Spannungskräfte eingehenden zwei bestimmten Constanten a und b , durch welche die Natur des elastischen Materiales näher charakterisirt wird, haben bei allgemeinen Untersuchungen über das Gleichgewicht und die Bewegung vor den bei technischen Anwendungen üblichen Constanten eine gewisse Berechtigung. Die hier eingeführten Constanten spielen nämlich in der Theorie der kleinen Schwingungen eine hervorragende Rolle und sind in dem unbegrenzten Medium von der Dichte = 1 den Quadraten der Fortpflanzungs-Geschwindigkeiten gleich, mit welchen die longitudinalen, beziehungsweise transversalen Schwingungen in diesem Medium fortschreiten.

Mit den bei technischen Untersuchungen gewöhnlich gebrauchten Constanten stehen die Grössen a und b in einem einfachen Zusammenhange. Die Grösse b ist mit dem Gleitungsmodul (gewöhnlich mit G bezeichnet) gleichbedeutend; sie ist also auch dem Zahlwerthe nach identisch mit dem reciproken Werthe der specifischen Gleitung bei der herrschenden Tangential-Spannung = 1. Die Grösse a hingegen hängt von dem Gleitungsmodul G und dem Verhältnisse des Längenmoduls E (Elasticitätsmodul für die Längenänderungen) zum Quermodul E_1 (auch Coëfficient der Quercorrection oder Quermodul genannt) ab. Man findet nämlich leicht aus den im Buche angegebenen Beziehungen zwischen E , E_1 , a und b auch den Werth

$$a = 2 \cdot \frac{E_1 - E}{E_1 - 2E} \cdot G.$$

Führt man das Verhältniss

$$\frac{E_1}{E} = m$$

ein, welches, wie man zuerst in Folge rein theoretischer Gründe bemerkte, für alle Körper grösser als 2 sein muss, und aus eben solchen Gründen später = 4 (in Uebereinstimmung mit Versuchen für Eisen- und Stahlmaterialien = 4 schwankend bis 3) fand, so ergibt sich auch

$$a = 2 \cdot \frac{m - 1}{m - 2} \cdot G,$$

also ganz einfach mit den gegebenen Grenzwerten von m

$$a = 3G \text{ bis } a = 4G.$$

Dies führt dann auch wieder zu den mehrbekannten und oft nothwendigen Relationen in der Anwendung auf praktisch-technischem Gebiete

$$G = \frac{3}{8} E \text{ bis } G = \frac{2}{5} E$$

und sind also auf diese Weise die im Buche eingeführten Constanten a und b für die genannten Materialien leicht bestimmbar.

In den folgenden vier Abschnitten wird auf die eigentliche Lösung des gestellten Problems eingegangen. Die in der Einleitung angegebenen Gleichgewichts-Bedingungen und Differential-Gleichungen sind zur directen Bestimmung der Werthe der Verschiebungs- und Spannungsgrössen im Allgemeinen nicht verwendbar, weil sie zu viele Auflösungen zulassen. Auch sind diese Gleichungen allein für sich nicht massgebend, da auch den äusseren Verhältnissen oder Oberflächen-Bedingungen Genüge geleistet werden muss. Um die sich hier entgegenstellenden, bis jetzt noch nicht überwundenen analytischen Schwierigkeiten bei allgemeiner Behandlung jener oben erwähnten Differential-Gleichungen zu umgehen, werden blockartige und plattenförmige Gebilde mit allen Zwischenstufen ausgeschlossen und nur die Stabform mit überwiegender Länge gegen die Querschnitts-Abmessungen zugelassen. Die Fassung der Aufgabe unter diesem beschränkenden Gesichtspuncte verschafft wesentliche Erleichterungen. Schon Kirchhoff verringert in seiner Abhandlung: „Ueber das Gleichgewicht und die Bewegung eines unendlich dünnen elastischen Stabes“, die Schwierigkeiten der Integration der Differential-Gleichungen eben durch die Annahme, dass der Querschnitt unendlich klein sei. Für die in erster Linie zu betrachtenden Grössen werden hierdurch Differential-Gleichungen gewonnen, welche mit den Gleichungen für die drehende Bewegung eines starren schweren Körpers um einen festen Punct identisch sind.

In dem hier in Rede stehenden Buche werden die Durchmesser des Stabquerschnittes aber nicht als unendlich klein, sondern als endliche, jedoch kleine Grössen im Vergleiche zur Länge des Stabes vorausgesetzt. Unter dieser Annahme werden von vorneherein, schon

beim Beginne der Rechnung, die verschiedenen Potenzen des Stabdurchmessers berücksichtigt und nur die beträchtlichsten Glieder beibehalten. Die sich darbietende Möglichkeit einer Eintheilung der verschiedenen Grössen nach bestimmten Ordnungen lässt auch eine Zerlegung der allgemeinen Ausgangsgleichungen in eine grössere Anzahl von einfacheren Gleichungen zu, deren Integration oder nähere Bestimmung keinen Schwierigkeiten mehr unterliegt. Es wird hiernach die Methode der Classification nach Grössenordnungen in Anwendung gebracht und consequent durchgeführt, eine Näherungsmethode zwar, welche jedoch einen beliebigen Grad von Annäherung gestattet. Die dieser Methode zu Grunde liegende Voraussetzung verhältnissmässig kleiner Stabdurchmesser gegen die Stablänge ist für die Fälle der Anwendung bei Balken- oder Träger-Constructionen als eine zulässige, oft als eine sehr zutreffende zu bezeichnen.

Es werden nun insbesondere in dem I. Abschnitte die Modificationen des allgemeinen Verfahrens, welche für einen cylindrischen Stab von beliebigem Querschnitte gelten, entwickelt und die angenäherten Differential-Gleichungen für das Gleichgewicht des cylindrischen Stabes aufgestellt. Die Integration ist nur für den Fall des kreisförmigen Querschnittes ausgeführt worden. Es geschieht dies im II. Abschnitte, und zwar für den vollen Cylinder, sammt einer Anwendung auf ein specielles Beispiel; im III. Abschnitte für die Hohlcyllinder mit kreisförmigem Querschnitte. Im IV. Abschnitte endlich, wird die angewendete Methode der Classification nach Grössenordnungen auch auf gewisse Fälle des ursprünglich gekrümmten Stabes ausgedehnt und auch hierfür die Aufstellung der angenäherten Differential-Gleichungen für den Gleichgewichtszustand eines solchen Stabes streng durchgeführt.

Was nun die erlangte Ausbeute auf dem so gelichteten, aber weiten Wege betrifft, so ist zunächst vom Standpuncte des Ingenieurs hervorzuheben, dass hierdurch die bisher auf technischem Gebiete verwendeten Gleichungen bei Beurtheilung der sogenannten Biegungs-Elasticität und Festigkeit, wie sie in den Hauptfällen zuerst von Navier angegeben, allein nicht streng erwiesen wurden, vollständig wieder zum Vorschein kommen, aber nun in streng wissenschaftlicher Weise, als in erster Annäherung richtig, nachgewiesen erscheinen. Die Querschnitte bleiben hiernach auch nach der Biegung eben und normal zur elastischen Linie. Die neutrale Achse fällt mit der Schwerachse in denjenigen Querschnitten, für welche die der Rechnung zu Grunde gelegten Annahmen Gültigkeit haben, zusammen. Die ursprünglich geraden Längsfasern erscheinen nach der Biegung als Aequidistante oder parallele krumme Linien zur gebogenen Stabachse und der Stab verhält sich überhaupt so, als ob er aus einer Schaar von solchen Längsfasern bestünde, die gar keinen Einfluss auf einander ausüben.

Es stellt sich, was für technische Anwendungen ebenfalls oft sehr nützlich verwendet werden kann, die Zulässigkeit der Superposition oder Uebereinanderlegung der einzelnen Kraftwirkungen heraus.

Endlich werden aber auch in weiterer Verfolgung des Problems die, sowohl bei Zug- und Druck-, als auch Biegungsbeanspruchung begleitenden Erscheinungen der Quercorrection im positiven oder negativen Sinne, die nach der ersten Annäherung nicht erkennbare Verzerrung der Querschnitte, der Einfluss der Schwerkraft, der Randkräfte etc. in Betracht gezogen und gezeigt, dass die ursprünglich ebenen Querschnitte, wenigstens unter gewissen Umständen, in Folge der Belastung in Flächen dritter Ordnung mit kleinen Erhebungen übergehen.

Die angestellten Betrachtungen über den cylindrischen Stab werden auch auf den Stab mit veränderlichem Querschnitte ausgedehnt und nachgewiesen, dass so lange die Winkel, welche die Oberflächen-Normale mit der Stabachse bildet, von einem Rechten nur um Werthe abweichen, welche die Ordnung der Querschnitts-Dimensionen haben, sich die entwickelte Theorie ohne weitere Beschränkung auch für diesen Fall ausdehnen lässt und die Schwierigkeiten in der Behandlung der hier zum Vorschein tretenden Differential-Gleichungen nicht grösser werden, als bei dem cylindrischen Stabe. Es erscheinen hierdurch auch im Hinblick auf technische Anwendungen die angenäherten Körperformen von gleichem Widerstande gegen Biegung berührt.

Ein hohes Interesse verdienen auch die Ergebnisse der Untersuchungen des IV. Abschnittes über das Gleichgewicht ursprünglich gekrümmter Stäbe. Es werden behufs der Lösung dieses Problems mittelst der Methode der Classification nach Grössenordnungen zuerst neue, der Stabform angepasste krummlinige Coordinaten und statt der früheren

Verschiebungs-Componenten η und ζ zwei andere solche Componenten ρ und σ eingeführt, deren Richtungen mit der zu dem betreffenden Punkte gehörigen Richtung des Fahrstrahles r und der zu letzteren senkrechten Richtung übereinstimmen. Diese Grössen stehen nach bekannten Sätzen über die Transformation orthogonaler Coordinaten in der Ebene unter sich und mit dem Normalenwinkel n zur z -Achse in einem bestimmten Zusammenhange.

Mit diesen Relationen werden dann auch die auf diese neuen Coordinaten bezüglichen inneren Spannungskräfte eingeführt und die in der Einleitung gegebenen Differential-Gleichungen des isotropen Mediums für die Behandlung der vorliegenden Aufgabe umgeformt. Hierzu müssen auch noch die erwähnten Relationen zwischen den neuen Coordinaten und Verschiebungs-Componenten nach r und n differentiirt werden, wonach mit Hilfe dieser Differential-Gleichungen die beabsichtigte Umformung anstandslos vorgenommen werden kann, was wir für diejenigen Leser uns beizufügen erlaubten, welche sich leicht und in jeder Hinsicht klare Einsicht von diesen allgemeinen und merkwürdigen Gleichungen verschaffen wollen.

Die allerdings wieder auf weitem Wege gewonnenen Ausdrücke für die in erster Annäherung geltende Lösung der Aufgaben über belastete krumme Stäbe werden schliesslich sehr einfach. Es ergibt sich, ähnlich wie bei dem cylindrischen Stabe, die in der Längsrichtung auftretende positive oder negative Normalspannung von erheblicher Ordnung in jedem Punkte eines Normalschnittes direct proportional zu dem auf die der Biegungsachse parallele Schwerachse bezogenen Coordinatenwerthe dieses Punktes und umgekehrt proportional zu dem auf diese Achse bezogenen Trägheitsmomente des Querschnittes.

Am Schlusse der in erster Annäherung geltenden Lösung des Problems wird in strenger Entwicklung auch die Aenderung der Krümmung des belasteten, ursprünglich schon gekrümmten Stabes durch den Ausdruck

$$\omega = \frac{1}{\tau'} - \frac{1}{\tau} = -\frac{1}{\tau} \frac{d\mathcal{G}_1}{dn}$$

gegeben, in welchem τ und τ' die Krümmungsradien vor und nach der Belastung bedeuten, und unter \mathcal{G}_1 das unbestimmte Integral

$$\frac{1}{E} \int \frac{\tau G_1}{B - Cr^2} dn$$

verstanden wird. Dieser so im Buche analytisch definirten Function kann aber eine wichtige, ganz bestimmte Bedeutung beigelegt werden, die wir, wegen ihrer Verwendbarkeit in der Anwendung, hier noch näher erklären wollen.

Im Zähler dieses Integrales stellt G_1 das drehende Kraftmoment oder belastende Kräftepaar, im Nenner desselben der Ausdruck $B - Cr^2$ das Trägheitsmoment des Querschnittes auf die zur Krümmungsachse parallele Schwerachse bezogen und E den Elasticitäts-Modul des Stabmaterials vor. Es ist nun für technische Anwendungen zweckmässig, und bietet insbesondere zur Bestimmung jenes belastenden Kraftmomentes oft eine Vereinfachung dar, auch einen Ausdruck für die Aenderung ν des Contingenzwinkels zu besitzen. Derselbe kann aus dem oben gegebenen Ausdrücke für die Aenderung der Krümmung sehr leicht gewonnen werden.

Beachtet man, dass mit der im Buche gewählten Bezeichnung die betrachteten Krümmungen auch gegeben werden mittelst der Quotienten aus der Aenderung dn und dn' der Normalenwinkel durch das Bogen-Element ds , so erhält man auch

$$\omega = \frac{dn'}{ds} - \frac{dn}{ds} = -\frac{1}{\tau} \frac{d\mathcal{G}_1}{dn},$$

woraus das Differential der Aenderung des Contingenzwinkels ν , d. i.

$$d\nu = \omega ds = -\frac{1}{\tau} \frac{d\mathcal{G}_1}{dn} ds,$$

oder das Differential-Verhältniss

$$\frac{d\nu}{ds} = -\frac{1}{\tau} \frac{d\mathcal{G}_1}{dn}$$

wird, womit, weil offenbar

$$\tau dn = ds,$$

auch die Bedeutung der Aenderung der Function \mathcal{G}_1 klar vor Augen tritt.

Führt man den Werth der Function

$$\frac{1}{\tau} \frac{d\mathcal{G}_1}{dn} = \frac{1}{E} \frac{G_1}{B - Cr^2}$$

in die letzte Gleichung ein, so ergibt sich auch

$$\frac{d\nu}{ds} = -\frac{1}{E} \frac{G_1}{B - Cr^2},$$

oder der Differential-Quotient in Bezug auf die Aenderung des normalen Winkels

$$\frac{d\nu}{dn} = -\frac{1}{E} \cdot \frac{\tau G_1}{B - Cr^2};$$

daher auch durch Summirung oder Integration innerhalb der bestimmten Grenzen des normalen Winkels von $n = n_0$ bis $n = n_1$

$$\nu = -\frac{1}{E} \int_{n_0}^{n_1} \frac{\tau G_1}{B - Cr^2} dn,$$

womit auch die Bedeutung der Function \mathcal{G}_1 innerhalb dieser bestimmten Grenzen, als die Aenderung der Contingenzwinkel innerhalb dieser Grenzen, erklärt erscheint.

Nach Ableitung der eingetretenen Aenderung in der Krümmung des belasteten gebogenen Stabes ergibt sich das zweite Analogon zu den Ergebnissen beim geraden cylindrischen Stabe. Man findet jene Normalspannung in einem Punkte eines gekrümmten Stabes auch, wenn man die Aenderung der Krümmung in diesem Punkte mit dem Producte aus dem Abstände des Punktes von jener oben bezeichneten Schwerachse in den Elasticitäts-Modul für die Längenänderung des Materiales multiplicirt. Bei dem geraden cylindrischen Stabe hat man bekanntlich, um zur Normalspannung in einem Punkte zu gelangen, einfach die Krümmung des Stabes selbst mit dem genannten Producte zu multipliciren, und da die ursprüngliche Krümmung des geraden Stabes Null ist, so erscheint der oben zuerst citirte Satz als eine Verallgemeinerung des letzteren.

Uebrigens ist zu bemerken und geht aus den im Buche gegebenen gründlichen Herleitungen mit Evidenz hervor, dass die Annäherung der Resultate für gekrümmte Stäbe weniger vollständig erscheint, als beim geraden Stabe. Auch erscheint es gewissermassen als Consequenz, welche in dem Begriffe des Stabes liegt, dass ausser der Längendimension auch der Krümmungsradius gegen die Querschnitts-Abmessungen gross vorausgesetzt ist. Die einfachen, in erster Annäherung geltenden Gleichungen werden daher auch bei Anwendung auf technischem Gebiete ganz brauchbare Resultate liefern, wenn diese von Anfang in den Rechnungen gemachten Voraussetzungen zutreffen, wie dies z. B. bei Bogenträgern, den neuen sogenannten bombirten Wellblechen*), in der Regel der Fall sein wird. Sie lassen aber keine plausiblen Resultate erwarten, wenn man sie zur Beurtheilung von stark gekrümmten Ringen, wie beispielsweise bei rationeller Berechnung von gewöhnlichen Ketten mit ovalen Gliedern oder den ein hohes Interesse verdienenden Stahlketten ohne Schweissstellen, nach dem neuen Verfahren von Darnitz und David hergestellt, u. dgl. m. in Anwendung bringen wollte.

In den letzten Paragraphen werden endlich auch noch die Differential-Gleichungen für die Bestandtheile der 1ten Ordnung der Verschiebungsgrössen gegeben, wodurch auch für diesen Fall gekrümmter Träger die Rechnungen in weiterer Annäherung abgeschlossen werden können.

Den Fachgenossen, welche über die einfachen Haupt- und auch die sie begleitenden verwickelteren Nebenerscheinungen bei mässigen Belastungen mit vorwiegender Biegungs-Beanspruchung stabförmiger, aus homogenem und nach jeder Richtung gleiches Verhalten zeigenden Materiale auf rein theoretischem Wege eine gründliche und tieferer Einsicht gewinnen wollen, ist das besprochene Buch auf das beste zu empfehlen.

Die Ausstattung, die Deutlichkeit des Druckes, insbesondere aber dessen Correctheit lassen nichts zu wünschen übrig.

Professor Jenny.

*) Solche Wellbleche werden nun auch bei uns in den rühmlich bekannten Hofwerkstätten für Eisen-Construction des Herrn J. Gridl hergestellt.

